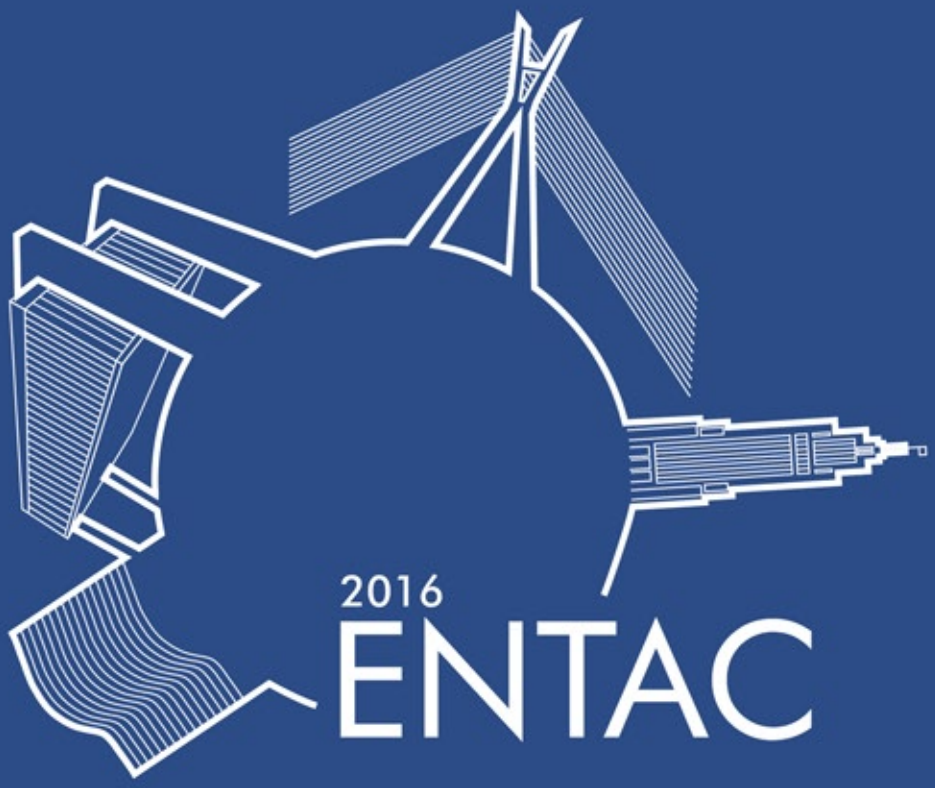


XVI Encontro Nacional de
Tecnologia do Ambiente Construído

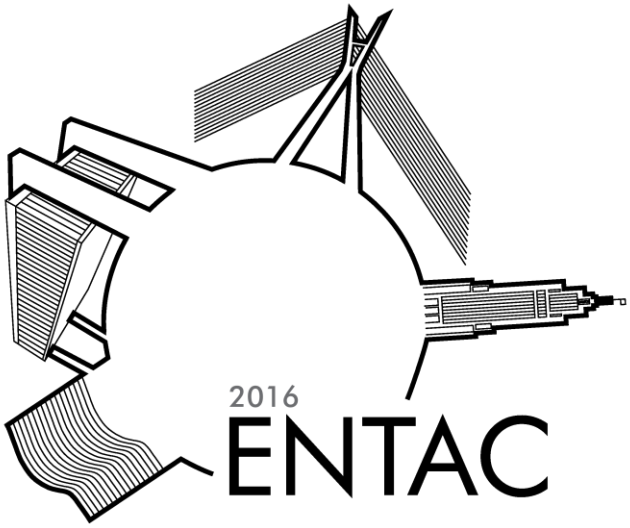
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção

Anais

vol. 02/03

São Paulo
21 a 23 de setembro
IPT – FAUUSP – Poli USP

2016



XVI Encontro Nacional de
Tecnologia do Ambiente Construído

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção

Anais

vol. 02/03

São Paulo

21 a 23 de setembro

Regina Coeli Ruschel (Org.)

Anais do XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: desafios e perspectivas da internacionalização da construção

1ª edição

São Paulo

ANTAC

2016

Ficha Catalográfica

Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (16: 2016: São Paulo, SP)

Anais [do] XVI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído: desafios e perspectivas da internacionalização da construção (ENTAC 2016)/ Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC); organização de Regina Coeli Ruschel. São Paulo: ANTAC, 2016.

On-line

ISBN: 978-85-89478-44-1 (PDF)

ISSN: 2178-8960

1. Arquitetura – Congressos. 2. Engenharia Civil – Congressos. 3. Projeto de arquitetura – Qualidade. 4. Construção Civil – Internacionalização – Congressos. I. Ruschel, Regina Coeli. org II. Associação Nacional do Ambiente Construído (ANTAC). III. Título

Serviço de Biblioteca e Informação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP

.: PROMOÇÃO

Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC)

.: COMISSÃO ORGANIZADORA

Prof. Dr. Fúlvio Vittorino, Pesquisador e Diretor do Centro Tecnológico do Ambiente Construído do IPT (Coordenador)

Prof. Dr. Silvio Burrattino Melhado, Professor Associado da EPUSP (Coordenador)

Prof.ª Dra. Sheila Walbe Ornstein, Professora Titular da FAUUSP (Coordenadora)

Prof.ª Dra. Rosaria Ono, Professora Titular da FAUUSP (Coordenadora)

Prof.ª Dra. Alessandra R. Prata Shimomura, Professora da FAUUSP

Prof.ª Dra. Fabiana Lopes de Oliveira, Professora da FAUUSP

Prof. Dr. Gil Garcia de Barros, Professor da FAUUSP

Prof.ª Dra. Luciana Alves de Oliveira, Pesquisadora do IPT

Prof.ª Dra. Ranny L. X. N. Michalski, Professora da FAUUSP

Dra. Andrea L. Thomazoni, Arquiteta e urbanista.

MSc Aline Valverde Arrotéia, Arquiteta, Especialista em Gestão e Tecnologia de Produção de Edifícios

MSc André Azevedo, Engº Civil, Pesquisador Assistente do IPT

MSc Luciana Schwandner Ferreira, Doutoranda FAU -USP, Bolsista PRCEU

MSc Raquel Adriana Zomer, Assistente Administrativo do IPT

.: INSTITUIÇÕES ORGANIZADORAS

Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo

.: DIRETORIA ANTAC - GESTÃO 2014-2016

Profa. Dra. Regina Coeli Ruschel (UNICAMP) - Presidente

Prof. Dr. José de Paula Barros Neto (UFC) - Vice-presidente

Prof. Dr. Aldomar Pedrini (UFRN) - Diretor de Divulgação

Prof. Dr. Alex Kenya Abiko (POLI/USP) - Diretor de Relações Interinstitucionais

Prof. Dr. Eduardo Luis Isatto (UFRGS) - Diretor Financeiro

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery (UFMG) - Diretor Administrativo

.: COMISSÃO CIENTÍFICA

Presidente: Profa. Dra. Regina Coeli Ruschel (UNICAMP)

Vice Presidente: Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery (UFMG)

Prof. Dr. Aldomar Pedrini (UFRN), coodenardor associado do GT Conforto

Prof. Dr. Alex Kenya Abiko (USP), coordenador associado do GT Urbano

Prof.ª Dr.ª Andrea Naguissa Yuba (UFMS), coordenadora do GT Desenvolvimento Sustentável

Prof.ª Dr.ª Angela Borges Masuero (UFRGS), coordenadora do GT Argamassa

Prof.ª Dr.ª Angela Maria Gabriella Rossi (UFRJ), coordenadora do GT Urbano

Prof. Dr. Angelo Just Costa e Silva (UFPE), coordenador associado do GT Argamassa

Prof.ª Dr.ª Cristina Engel de Alvarez (UFES), coordenadora associada do GT Desenvolvimento Sustentável

Prof. Dr. Eduardo Luis Isatto (UFRGS)

Prof. Dr. Eduardo Toledo Santos (POLI/USP), coordenador associado do GT Tecnologia da Informação e Comunicação

Prof.ª Dr.ª Elvira Maria Vieira Lantelme (IMED), coordenadora do GT Gestão e Economia da Construção

Prof.ª Dr.ª Fernanda Aranha Saffaro (UEL), coordenadora associada do GT Gestão e Economia da Construção

Prof. Dr. Fúlvio Vittorino (IPT)

Prof. Dr. Guilherme Parsekian (UFSCar)

Prof.ª Dr.ª Marlova Piva Kulakowski (UNISINOS), coordenadora do GT Durabilidade

Prof.ª Dr.ª Mércia M.S. Bottura de Barros (POLI/USP)

Prof.ª Dr.ª Mônica Batista Leite (UEFS), coordenadora do GT Resíduos

Prof. Dr. Paulo Roberto Pereira Andery (UFMG)

Prof.ª Dr.ª Roberta Vieira Gonçalves de Souza (UFMG), coordenadora do GT Conforto Ambiental e Eficiência Energética

Prof. Dr. Sergio Cirelli Angulo (POLI/USP), coordenador associado do GT Resíduos

Prof. Dr. Sergio Scheer (UFPR), coordenador do GT Tecnologia da Informação e Comunicação

Prof. Dr. Silvio Burratino Melhado (POLI/USP), coordenador do GT Qualidade do Projeto

Prof. Dr. Tulio Tiburcio (UFV), coordenador associado do GT Qualidade do Projeto

Prof.ª Dr.ª Vera Maria Cartana Fernandes (UPF), coordenadora do GT Sistemas Prediais

.: LOGOTIPO ENTAC 2016

Eduardo Pizarro (FAUUSP)

.: MEMBROS DO COMITÊ AVALIADOR

Adeildo Cabral da Silva (CEFET-CE)
Adriana Camargo de Brito (IPT)
Adriana Cristina Boni (UNICEP)
Adriana Gelpi (UPF)
Adriana P. de A. Silva Castro (UNIMEP)
Adrieli Cristina Vieira de Carvalho (UFV)
Aguida Gomes de Abreu (UNISINOS)
Akemi Ino (USP)
Alberto Casado Lordsleem Júnior (UPE)
Alexandre Araújo Bertini (UFC)
Alexandre Castro Soares (Leancore)
Alexandre Márcio Toledo (UFAL)
Alexandre Silva de Vargas (FEEVALE)
Alexsandra Rocha Meira (IFPB)
Alfredo Iarozinski Neto (UTFPR)
Alice de Barros Horizonte Brasileiro (UFRJ)
Aline da Silva Ramos Barboza (UFAL)
Aline Lisot (UEM)
Aline Pires Verol (UFRJ)
Aline Werneck B. de Carvalho (USP)
Almir Sales (UFSCAR)
Aloisio Leoni Schmid (UFPR)
Altibano Ortenzi Junior (UEL)
Amilcar Jose Bogo (FURB)
Ana Carolina Oliveira Veloso (UFMG)
Ana Elisabete Jacintho (PUC-Campinas)
Ana Lucia Ribeiro Camillo da Silveira (ICF)
Ana Mirthes Hackenberg (UDESC)
Ana Paula da Silva Milani (UFMS)
Ana Paula Melo (UFSC)
Ana Regina M. Cuperschmid (UNICAMP)
Ana Virginia C. de Faria Sampaio (UEL)
André Luis Christoforo (UFSCAR)
André Luiz Vivan (UFSCAR)
Andréa Coelho Laranja (UFES)
Andrea Parisi Kern (UNISINOS)
Andréa Q. da Silva Fonseca Rego (UFRJ)
Andressa Carmo Pena Martinez (UFV)
Angela Borges Masuero (UFRGS)
Angela Teresa Costa Sales (UFS)
Angelo Just da Costa e Silva (UPE)
Antonio Edesio Jungles (UFSC)
Antonio Eduardo Bezerra Cabral (UFC)
Antonio Manoel Castelnou Neto (UFPR)
Antônio Carvalho Júnior (UFMG)
Antônio Tarcísio da Luz Reis (UFRGS)
Ariel González (UTN Santa Fe)
Ariovaldo Denis Granja (UNICAMP)
Arivaldo Leão de Amorim (UFBA)
Armando Carlos de Pina Filho (UFRJ)
Armando L. Moreno Junior (UNICAMP)
Armando Luis Yoshio Ito (UTFPR)
Barbara Irene Wasinski Prado (UEMA)
Béda Barkokébas Junior (UPE)
Bernardo A. do N. Teixeira (UFSCAR)
Bianca Carla Dantas de Araujo (UFRN)
Bruno Luís Damineli (USP)
Caio Frederico e Silva (UNB)
Camila Carvalho Ferreira (UFMG)
Camila Gregório Atem (UNIFIL)
Camila Pegoraro (UFRGS)
Carina Mariane Stolz (UFRGS)
Carina Ulsen (USP)
Carla Fernanda Barbosa Teixeira (UFS)
Carlos Eduardo Verzola Vaz (UFSC)
Carlos Otavio Petter (UFRGS)
Carlos Torres Formoso (UFRGS)
Carolina Asensio Oliva (Fac.Anhanguera)
Carolina L. Bueno Bartholomei (UNESP)
Carolina Maria Pozzi de Castro (UFSCAR)
Carolina Rocha Carvalho (UNIVALI)
Catarina Araújo (UM)
Cecília Gravina da Rocha (UFRGS)
Celina Maria Britto Correa (UFPEL)
Cervantes G. Ayres Filho (SOCIESC)
Cesar Imai (UEL)
Cheng Liang Yee (USP)
Cicero Murta Diniz Starling (UFMG)
Clara Luiza Miranda (UFMG)
Cláudia G. Vianna Bacchi (UFMS)
Claudia M. de Lyra Barroso Krause (UFRJ)
Cláudia Naves David Amorim (UNB)
Claudio Alcides Jacoski (UNOCHAPECÓ)
Claudio Carrasco Aldunate (UV)
Claudio de S. Kazmierczak (UNISINOS)
Claudio Emanuel Pietrobon (UFSC)
Cláudio Vicente Mitidieri Filho (IPT)
Cristina Eliza Pozzobon (UNIJUÍ)

Cristine do Nascimento Mutti (UFSC)
Daniel Tregnago Pagnussat (UFRGS)
Daniela Dietz Viana (UFRGS)
Daniela Matschulat Ely (CEFET-MG)
Daniella do Amaral Mello Bonatto (UFES)
Darci Barnech Campani (UFRGS)
Dayana Bastos Costa (UFBA)
Débora de Gois Santos (UFS)
Deivis Luis Marinoski (UFSC)
Denise Mônaco dos Santos (UFV)
Diego Souza Caetano (UFF)
Diego Jacques Lemes (FSG)
Doris C. C. Knatz Kowaltowski (UNICAMP)
Douglas Barreto (UFSCAR)
Douglas Lopes de Souza (UFV)
Edna Aparecida Nico Rodrigues (UFES)
Eduardo Arantes (UFMG)
Eduardo Grala da Cunha (UFPEL)
Eduardo L Krüger (UTFPR)
Eduardo Manuel González Cruz (UFSC)
Elaine Garrido Vazquez (UFRJ)
Elaine Pinto Varela Alberte (UFBA)
Elcione Maria Lobato de Moraes (UFPA)
Eleonora Sad de Assis (UFMG)
Eliane Simões (INEQ)
Elizângela Marcelo Siliprandi (UTFPR)
Emerson de A. Marques Ferreira (UFBA)
Emerson Meireles de Carvalho (UFS)
Enedir Ghisi (UFSC)
Eneida Maria Souza Mendonça (UFES)
Erasmo Felipe Vergara Miranda (UFSC)
Ercilia Hitomi Hirota (UEL)
Ercio Thomaz (IPT)
Erica Coelho Pagel (AEV)
Érica de Sousa Checcucci (UFBA)
Erica Mitie Umakoshi (FAF)
Erich David Rodriguez Martinez (UFRGS)
Erico Masiero (UFSCar)
Ernani Simplício Machado (CES-JF)
Eugenia Aumond Kuhn (UFRGS)
Eugenio Fernandes Queiroga (USP)
Fabiano Rogerio Corrêa (USP)
Fábio Oliveira Bitencourt Filho (IFHE)
Fabrício Borges Cambraia (UFJF)
Fernanda Aranha Saffaro (UEL)
Fernanda Belizário Silva (IPT)
Fernanda Fernandes Marchiori (UFSC)
Fernanda Nepomuceno Costa (UFRB)
Fernando A. de M. Sá Cavalcanti (UFAL)
Fernando Fernandes (UEL)
Fernando Rodrigues Lima (UFRJ)
Fernando Simon Westphal (UFSC)
Flávia Maria de Moura Santos (UFMT)
Flávio A. Picchi (Lean Institute Brasil)
Francine Aidie Rossi (UFPR)
Francisco Cláudio Morato Leite (UEL)
Francisco Gabriel Santos Silva (UFBA)
Geilma Lima Vieira (UFES)
Gianna Melo Barbirato (UFAL)
Gihad Mohamad (UFSM)
Gilfranco Medeiros Alves (UFMS)
Gisele Silva Barbosa (UFRJ)
Gladis Camarini (UNICAMP)
Glauce Lilian A. de Albuquerque (UFRN)
Gogliardo Vieira Maragno (UFMS)
Guilherme Chagas Cordeiro (UENF)
Harry Alberto Bollmann (PUCPR)
Heitor da Costa Silva (UFRGS)
Helenize Maria de Rezende Lima (FPM)
Henor Artur de Souza (UFOP)
Iamara Rossi Bulhoes (UFRGS)
Ingrid C. Leite da Fonseca (PUC-Rio)
Iraci Pereira Stensjö (UFMG)
Isabel Tourinho Salamoni (UFPEL)
Ísis Portolan dos Santos (UFSM)
Itamar Aparecido Lorenzon (UFSCAR)
Ivan Julio Apolonio Callejas (UFMT)
Jaqueline de Lima Pires (UFRRJ)
Jardel Pereira Gonçalves (UFBA)
Joana Bonifacio Andrade (UM)
Joana Carla Soares Gonçalves (USP)
João Luiz Calmon N. da Gama (UFES)
Joao Onofre Pereira Pinto (UFMS)
Joao Ricardo Masuero (UFRGS)
João Roberto Gomes de Faria (UNESP)
Jocelise Jacques de Jacques (UFRGS)
Jorge Alberto Gil Saraiva (LNEC)
Jorge Daniel Czajkowski (UNLP)
Jorge Hernán Salazar Trujillo (UNAL)
José Amarilio Barbosa (UM)
José Carlos Paliari (UFSCAR)
José de Paula Barros Neto (UFC)
José Gustavo Francis Abdalla (UFJF)
José Ilo Pereira Filho (UTFPR)
José Luis Menegotto (UFRJ)
José Luiz Miotto (UEM)

Joyce Correna Carlo (UFV)
Juliana Kurek (UPF)
Juliana M. da Silva Costa Morais (UFCG)
Julio Cesar Sabadini Souza (IPT)
Jussara Farias Fardin (UFES)
Kamila Mendonça de Lima (PMF)
Karin Regina de C. Castro Marins (USP)
Karina Bertotto Barth (FEEVALE)
Karina Trevisan Latosinski (UCDB)
Karyna de A. Carvalho Rosseti (UFMT)
Kelen Almeida Dornelles (USP)
Lea Cristina Lucas de Souza (UFSCar)
Leila Aparecida de Castro Motta (UFU)
Leonardo F. Rosemback Miranda (UFPR)
Leonardo Marques Monteiro (USP)
Leticia de Oliveira Neves (UNICAMP)
Letícia Maria de Araújo Zambrano (UFJF)
Licinio da Silva Portugal (UFRJ)
Lígia Maria Ávila Chiarelli (UFPEL)
Lisiane Ilha Librelotto (UFSC)
Lisiane Pedroso Lima (FEEVALE)
Loyde V. de Abreu-Harbich (UNICAMP)
Lucas Melchiori Pereira (USP)
Luci Mercedes de Mori (UEM)
Lucia Bressiani (UTFPR)
Lucia Helena de Oliveira (USP)
Lúcia Zanin Shimbo (USP)
Luciana Alves de Oliveira (IPT)
Luciana Bosco e Silva (FACEV)
Luciana Correa do Lago (UFRJ)
Luciana de N. Pinheiro Cordeiro (UFPA)
Luciana Ines Gomes Miron (UFRGS)
Luciana Londero Brandli (UPF)
Luciane Cleonice Durante (UFMT)
Lucila Chebel Labaki (UNICAMP)
Lucila Sommer (UFRGS)
Luís Bragança (UM)
Luis Carlos Bonin (UFRGS)
Luis Otavio Cocito de Araujo (UFSCAR)
Luiz Antonio Nigro Falcoski (UFSCAR)
Luiz Fernando Mählmann Heineck (UECE)
Luiz Maurício Furtado Maués (UFPA)
Marcela Alvares Maciel (UFFS)
Marcelino Silva (UFRJ)
Marcelo de Mello Aquilino (IPT)
Marcelo F. Costella (UNOCHAPECÓ)
Márcia Bissoli Dalvi (UFES)
Marcio Henrique de A. Gomes (UTFPR)
Márcio Minto Fabricio (USP)
Marco Antônio Cypreste Romanelli (UFES)
Marco Aurelio S. Gonzalez (UNISINOS)
Marcos Barreto de Mendonça (UFRJ)
Marcos Barros de Souza (IFRS)
Marcos Martinez Silvoso (UFRJ)
Marcus Pereira Sterzi (UFRGS)
Maria Akutsu (IPT)
Maria Aparecida Steinherz Hippert (UFJF)
Maria Bernardete Barison (UEL)
Maria Carolina Brandstetter (UFG)
Maria do Carmo Duarte Freitas (UFPR)
Maria do Socorro C. São Mateus (UEFS)
Maria Fernanda de O. Nunes (UNISINOS)
Maria Lygia Alves de Niemeyer (UFRJ)
Maria Maia Porto (UFRJ)
Mariela Cristina Ayres de Oliveira (UFT)
Marieli Azoia Lukiantchuki (CESUMAR)
Marina Sangoi de Oliveira Ilha (UNICAMP)
Martin Ordenes Mizgier (UFSC)
Maurício Mancio (UNISINOS)
Max Junginger (USP)
Max Lira Veras Xavier de Andrade (UFPE)
Miguel Aloysio Sattler (UFRGS)
Milena Kanashiro (UEL)
Monica Santos Salgado (UFRJ)
Nathália de Paula (USP)
Nelma Mirian Chagas de Araújo (IFPB)
Nelson Porto Ribeiro (UFES)
Nirce Saffer Medvedovski (UFPEL)
Nixon Cesar de Andrade (USP)
Noé Villegas Flores (UNILA)
Patrícia Biasi Cavalcanti (UFSC)
Patricia Menezes Carvalho (Fac. Pio X)
Patricia Stella P. Fontanini (UNICAMP)
Patrizia Di Trapano (UFRJ)
Paula de Castro Brasil (INEP)
Paulo Fernando Soares (UEM)
Paulo Henrique Trombetta Zannin (UFPR)
Paulo Roberto Lopes Lima (UEFS)
Paulo Sergio de Paula Vargas (UFES)
Paulo Sergio dos Santos Bastos (UNESP)
Pedro Kopschitz Xavier Bastos (UFJF)
Priscila Nakamura (UFMS)
Rafael Silva Brandão (UFSJ)
Ranny Loureiro Xavier N. Michalski (USP)
Raphael Negri Milion (UFSCAR)
Raphaela Walger da Fonseca (UFSC)

Reila Vargas Velasco (UFRJ)
Rejane Magiag Loura (UFMG)
Renata de Vecchi (FESSC)
Renata Monte (USP)
Renato da Silva Solano (PUCRS)
Renato Martins das Neves (UFPA)
Reymard Savio Sampaio de Melo (UFRN)
Ricardo Codinhoto (University of Bath)
Ricardo Fernandes Carvalho (UFBA)
Ricardo Filipe M. da Silva Mateus (UM)
Ricardo Franci Goncalves (IFES)
Ricardo Juan José Oviedo Haito (USP)
Ricardo Mendes Junior (UFPR)
Ricardo Siloto Silva (UFSCAR)
Roberta C. Kronka Mülfarth (USP)
Roberto Barbosa dos Santos (UFAL)
Roberto Lamberts (UFSC)
Roberto Machado Corrêa (UFRJ)
Roberto Leal Pimentel (UFPB)
Rodrigo José Firmino (PUCPR)
Rosa Maria Locatelli Kalil (UPF)
Rosa Maria Sposto (UNB)
Rosane Martins Alves (UFRJ)
Rosaria Ono (USP)
Rovadávia Aline de Jesus Ribas (UFOP)
Rui Miguel Sendas Jerónimo (UP)
Ruth Cristina M. Paulino (UNAERP)
Sara Biscaya (USM)
Saulo Guths (UFSC)
Sayonara Maria de M. Pinheiro (UFES)
Sergio Fernando Tavares (UFPR)
Sergio Leal Ferreira (USP)
Sergio Roberto Leusin de Amorim (ABNT)
Sergio Scheer (UFPR)
Sheila Walbe Ornstein (USP)
Sheyla Mara Baptista Serra (UFSCAR)
Sidiclei Formagini (UFMS)
Sidnei Junior Guadanhim (UEL)
Silvia Aparecida M. G. Pina (UNICAMP)
Simone Barbosa Villa (UFU)
Simone Q. da S. Hirashima (CEFET-MG)
Stelamaris Rolla Bertoli (UNICAMP)
Tarcisio Abreu Saurin (UFRGS)
Tatiana Gondim do Amaral (UFG)
Telma Cristina P. de Carvalho (UNIARA)
Teresa Cristina F. de Q. Gaudin (UFRJ)
Tereza Maria Moura Freire (UFBA)
Thaís da Costa Lago Alves (SDSU)
Thamine de Almeida Ayoub Ayoub (UEL)
Trajano de Souza Viana (CEFET-RJ)
Ubiraci Espinelli Lemes de Souza (USP)
Valéria Azzi Collet da Graça (IFSP)
Vanda Alice Garcia Zanoni (UNB)
Vanessa Dilda (Anhembi Morumbi)
Vanessa Silveira Silva (UFBA)
Vera da C. Fernandes-Hachich (Tesis)
Vera Maria Cartana Fernandes (UPF)
Veridiana Atanasio Scalco (UFSC)
Victor F. Roriz (Fac. Int.Dom Pedro II)
Virgínia Maria N. de Vasconcellos (UFRJ)
Virgínia C. C. Marcelo (Anhembi Morumbi)
Virginia Maria Dantas de Araújo (UFRN)
Vitor Litwinczik (Anima Acústica)
Wanessa Roberta Fazinga (UNIFIL)
Washington Almeida Moura (FAPESB)
White José dos Santos (UFMG)
Wiliam Fonseca (UFSM)
Wilson Florio (UPMackenzie)
Yêda Vieira Póvoas Tavares (UPE)

.: EQUIPE DE APOIO

Rosana Dal Molin (Secretaria ANTAC)
Aparecida A. Bou Ghosn (FAUUSP)
Aparecida Hatanaka (FAUUSP)
Bruna Luz (FAUUSP)
Caroline de Castro V. Machado (EPUSP)
Cláudio Barboza Ferreira Jr. (EPUSP)
Eduardo Gasparelo (FAUUSP)
Fernanda Machado (UNICAMP)
Jeferson Bunder (FAUUSP)
Kátia Beatris Rovaron Moreira (FAUUSP)
Laís Pereira Araújo (EPUSP)
Lorena Claudia de Souza Moreira (UNICAMP)
Marcos Vargas Valentin (FAUUSP)
Mariana Auad Proença (FAUUSP)
Monica dos Santos Dolce Uzum (FAUUSP)
Paula Mota (UNICAMP)
Priscila Weruska Stark da Silva (FAUUSP)
Vera Dickhoff (FAUUSP)

.: APRESENTAÇÃO

O ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído é o maior evento brasileiro na área de Tecnologia do Ambiente Construído promovido a cada dois anos pela ANTAC -Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. O evento é destinado tanto a docentes, pesquisadores, alunos de pós-graduação e graduação, como a construtores, projetistas, consultores, técnicos de órgãos públicos e outros profissionais atuantes nas áreas de construção civil, arquitetura, habitação e outros temas correlatos.

A ANTAC, promotora do evento, é a principal associação técnico-científica brasileira no mercado da Construção de Edificações, Tecnologia de Arquitetura e Habitação, com representação em âmbito nacional em várias instituições públicas e privadas. A associação mantém projetos de divulgação de conhecimentos científico-tecnológicos como a Coleção ANTAC – edição de livros e conteúdos acadêmicos; o portal InfoHab – Centro de Referência e Informação em Habitação; o periódico eletrônico "Ambiente Construído" e as Publicações ANTAC & CBIC. A ANTAC ainda mantém parcerias com o PBPQ do Habitat – Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat, do Ministério das Cidades e com o HABITARE – Programa de Tecnologia de Habitação (FINEP/Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação).

"Arquitetura, Engenharia e Construção" delimita um setor de atividade fortemente internacionalizado. No caso de grandes projetos, mas também em empreendimentos de menor porte e complexidade, as operações de investimento, as atividades de concepção e projeto, as contratações de obras e serviços, os processos de certificação, as cadeias produtivas em diversos segmentos, acontecem em dimensões a cada dia mais internacionais.

Vários fatores contribuem para esse quadro vigente no setor de AEC, tais como a migração de capitais dos países desenvolvidos, a demanda de infraestrutura em países da África, do Oriente Médio e América Latina, por exemplo, ou a busca de novos mercados pelos detentores de tecnologia ou de conhecimentos. No contexto brasileiro, esse movimento ocorre em ambos os sentidos; empresas e profissionais estrangeiros atuando no Brasil ou ligados a empreendimentos realizados aqui, bem como brasileiros engajados em projetos, obras, serviços e fornecimentos diversos, vinculados a países do exterior.

A proposta do ENTAC 2016 é integrar academia e mercado, buscando uma sinergia entre os agentes do setor da construção civil. Para tanto, o evento deste ano propõe a temática "Os Desafios e as Perspectivas da Internacionalização da Construção", por meio do qual pretende expor, analisar e debater, a partir de palestrantes convidados de nível internacional (keynotes), mesas redondas e sessões técnicas, os diversos aspectos desse tema, no âmbito dos empreendimentos, projetos, execução de obras, gestão de processos, dentre outras atividades, em todas as fases do ciclo de vida dos produtos da Construção Civil.

Site ANTAC:	http://www.antac.org.br
Redes Sociais ANTAC:	https://www.facebook.com/antac.ambienteconstruido
	https://plus.google.com/+PresidenciaAntac/posts
Site ENTAC:	http://www.infohab.org.br/entac/

.: CONFERÊNCIAS

New frontiers of international construction: ingredients for success

Prof. Dr. Roger Flanagan

Universidade de Reading

Boulevard Matarazzo: os desafios de um projeto internacional

Maurício Bianchi

Diretor Técnico e de Construção do Empreendimento Boulevard Matarazzo

.: SUMÁRIO

VOLUME 1

Os desafios e as perspectivas da internacionalização da construção

Exportação de serviços de arquitetura - evolução e resultados da maturidade exportadora 47
Miriam Addor, Silvio Burrattino Melhado

Diretrizes do processo decisório para a internacionalização de empresas da indústria da construção civil no Brasil 64
Paulo Eduardo Bridi, Cristine Mutti

Sinergia entre construção verde, construção enxuta e BIM para internacionalização da construção: uma revisão sistemática da literatura 74
João Bosco P. Dantas Filho, Luis Felipe Cândido, Jose de Paula Barros Neto

Internacionalização de projetos: contribuição para o estudo no contexto brasileiro e o impacto inicial no processo de projeto 86
Rafael Laurindo, Borges Gabriel, Silvio Burrattino Melhado*, Brenda Leite*

A coordenação modular como alternativa para impulsionar as exportações de componentes cerâmicos no Brasil 100
Fernanda Monteiro Ferro, Aline da Silva Ramos Barboza, Dilson Batista Ferreira

Construção internacional: Brasil, Inglaterra, Portugal e mercados em crescimento 111
Cristine Mutti, Paulo Eduardo Bridi, Alice Miranda

Uma proposta de microintervenções para melhorar a Acessibilidade Urbana da cidade de São Paulo 122
Martina Pacifici, Karin Regina de Casas Castro Marins

Argamassas - Tecnologia de materiais de construção

A eficácia da adição do TiO2 em argamassas quanto à manutenção das condições iniciais em termos da sua refletância à radiação solar 137
Sergio Roberto Andrade Dantas, Fúlvio Vittorino

Viabilidade econômica de argamassa com projeção contínua para revestimento de fachada 148
Naira Ery Asano, Mercia Barros

Inovações e soluções de concreto leve que visem conforto térmico em habitações informais: estudos de caso na cidade de Niterói/RJ 160
Carolina da Silva Leonardo, Diego Souza Caetano, Louise Land Bittencourt Lomardo, Paula de Castro Brasil

Avaliação de pastas de gesso com aditivo incorporador de ar 171
Ananda de Andrade, José Sousa, Andrea Ferraz, Nelson Olivier

Efeito do procedimento de mistura no comportamento de argamassas de revestimento industrializadas e produzidas em obra
Marienne do Rocio de Mello Maron da Costa, Heloisa Fuganti Campos, Eiji Fukui, Eliziane Jubanski Martins, Jorge Christofolli, Maria Clara Pinto, Maurício Bianchini, Sarah Honorato Lopes, Thaisa Rocha, Vitor Lorival 181

Comportamento elástico de argamassas com areia descartada de fundição
Gisleiva Cristina dos Santos Ferreira, Wélida de Sousa Sarro, Henrique de Lima Rocha Rocha, Gabriel Maiolli Bueno, Raquel Luisa Pereira Carnin Carnin 193

Influência da adição de aditivo retardador a partir da mucilagem da palma forrageira na pasta de gesso: análise do tempo de pega e resistência à compressão
Aline G. S. Monteiro 204

Avaliação de propriedades de argamassas estabilizadas ao longo do tempo decorrido do seu preparo
Hergya Aparecida Keller, Patrícia Silveira Lovato 213

Desenvolvimento e análise experimental de argamassas de cal com adições de pozolanas
Marcos Martinez Silvoso, Katharine Pontes Hainfellner, Caroline Batista Chaves, Renata de Oliveira Martinho 227

Avaliação do grau de hidratação do cimento por perda ao fogo
Fábio Masuela, Gladis Camarini 243

Produção de cimento belítico a partir de resíduos industriais para uso em argamassas de restauro
Beatryz Mendes, Délio Fassoni, Rita de Cássia Alvarenga, Leonardo Pedroti, José Carlos Ribeiro 253

Comparações entre os desempenhos de domos de poli(metil metacrilato) - (PMMA) e polímero reforçado com fibra de vidro (GRP)
Thiago Omena, Claudia Oliveira, Arthur Lara 267

Avaliação da capacidade isolante térmica de revestimentos de argamassa
Paulo Passos, Helena Carasek, Gabriel Amaral 282

Argamassas contendo resíduos à base de EVA e poliéster como agregado leve
Matheus Pessanha, Daniel Trevisan, Pedro Herzer, Maria Clara Cavalini Pinto, Marienne Maron Costa 299

Avaliação das propriedades do gesso de fundição aditivado com hidrofugante
Daniel Bruno Pinto da Silva, José Getúlio Gomes, Ananda de Andrade, Davison Ferreira 312

Uma nova ferramenta para ensaios de alvenaria de blocos vazados de concreto
Eduardo Ramos Sanches, Mateus Oliveira Soriani, Guilherme Aris Parsekian 327

Efeitos da substituição de fíler calcário por rocha fosfática na obtenção de concreto autoadensável 342
Diego Rodrigues de Resende, Sheilla Pereira Vieira

Utilização do método de condutividade elétrica para análise da atividade pozolânica da cinza do bagaço de cana-de-açúcar. 356
Emerson José Silva, Fernanda Wanderley Corrêa Araújo, Leonardo Fagundes Rosemback Miranda, Holmer Savastano Júnior, Antonio Acacio de Melo Neto

Condutividade térmica de argamassas de revestimento: uma revisão sistemática 367
Ana Flávia da Silva Martins, Ivan Julio Apolonio Callejas, Kellen Melo Dorileo Louzich, Alceu Aparecido Cardoso, Luciane Cleonice Durante, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti

Avaliação da eficiência de pisos flutuantes com placas cimentícias com resíduo de EVA 379
André Siqueira, Fabianne Santos, Jéssica Medeiros, Aluísio Melo

Análise das propriedades termofísicas de blocos de concreto através de simulação computacional, visando à otimização do seu desempenho térmico quando adotado na envoltória de edificação na cidade de Salvador-BA 389
Camila Souza, Nícolas Araújo, Sandra Souza, Jardel Gonçalves

Conforto ambiental e eficiência energética

Identificação do ano climático de referência para Goiânia - Goiás 406
Loyde Abreu Harbich, Victor Leandro Chave

A influência da forma de prateleiras de luz na captação e distribuição interna da ventilação natural em um ambiente 417
Luísa Accioly, Poliana Oliveira, Leonardo Bittencourt

Análise de desempenho térmico de edificações: um estudo de caso na cidade de Palmas, TO 428
Ygor Freitas de Almeida, Raydel Lorenzo Reinaldo, Liliane Flávia Guimarães da Silva

Estudo comparativo da eficiência energética de uma habitação popular em alvenaria e em madeira no Município de Ribeirão das Neves - MG 439
Silvia Amorim, Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Utilização de torre de vento como estratégia de ventilação natural em sala de aula 455
Nixon Andrade, Carla Matheus, Adriana Castro, Lucila Chehel Labaki

Fachadas sazonalmente adaptáveis: mapeamento sistemático da literatura 469
Beatriz Arantes, Lucila Chehel Labaki

Contribuições da legislação para o conforto termoambiental em escalas arquitetônica e urbana 481
Jaucele Azerêdo, Ruskin Freitas

Simulação computacional da envoltória de edifício público 491
Basilio Baffi, Caio Frederico Silva, Claudia Naves David Amorim

Desempenho térmico de habitações populares em Alagoas: uma aplicação da NBR 15575 503
Gabriele Lucas Barbosa, Mayna Lais Tenório de Araújo, Daniela Novaes Santos, Juliana Oliveira Batista

Desenvolvimento de método para medição de isolação sonora em fachadas em andares elevados atendendo à norma ABNT NBR 15575 517
Rebeca Bayeh, Maria Akutsu, Marcelo de Mello Aquilino, Elisa Morande Sales, Adriana Camargo de Brito, Fúlvio Vittorino

Estudo das medidas dinâmicas de desempenho da luz natural frente às preferências dos usuários 524
Luciana Beck, Ani Zoccoli, Fernando Pereira, Raphaela Fonseca, Ana França

Valores ambientais no projeto arquitetônico: relato de uma disciplina de projeto integrado de arquitetura e conforto ambiental 538
Amilcar Bogo, Keila Peixer, Daniela Koball

Análise da sensibilidade do RTQ-C quanto a variação da densidade de carga interna de edificações de escritórios nas zonas bioclimáticas brasileiras 1, 2 e 3 552
Mariane Brandalise, Eduardo Grala da Cunha, Silvia Pereira, Carolina Duarte

Elementos projetuais para elevação da classificação do nível de eficiência energética em conjuntos habitacionais do PMCMV no Rio de Janeiro 568
Alice Brasileiro, Claudio Morgado, Tatiane Almeida

Avaliação e discussão sobre a classificação do nível de eficiência energética de conjuntos habitacionais do PMCMV no Rio de Janeiro 580
Alice Brasileiro, Claudio Morgado, Tatiane Almeida, Thaísa Silva

Contribuições para o aprimoramento da norma regulamentadora NR 15 para avaliação da sobrecarga térmica de trabalhadores 591
Adriana Camargo de Brito, Maria Akutsu, Fúlvio Vittorino, Marcelo de Mello Aquilino

Avaliação de desempenho térmico e lumínico de elementos de controle solar projetados através de modelagem paramétrica 604
Rafael Cartana, Fernando Oscar Ruttkay Pereira, Eduardo Berte

A influência do número de peças de dispositivos de sombreamento para o comportamento da luz solar refletida em sala de aula na cidade de Maceió 620
Marlise Carvalho, Ricardo Cabús

Contribuição dos elementos arquitetônicos da vila penteado no desempenho térmico do edifício 634
Rodrigo Cavalcante, Rodrigo Dias, Letícia Neves

Uma ferramenta para avaliação de dispositivos visuais de consumo de energia 649
Camila Cavalli, Paula Kvitko de Moura, Cecilia da Rocha

Desempenho térmico em habitações de interesse social inseridas na cidade de Joinville e recomendações para melhorias dos parâmetros mínimos construtivos 661
Rodrigo J. Cechinel, Ana M. Hackenberg, Gabriela H. Tondo

Análise de conforto térmico para diferentes estratégias de melhorias climáticas em salas de aulas: comparação entre dados técnicos e a percepção dos usuários 682
Victor Leandro Chaves, Leônidas Albano Silva Júnior, Loyde Abreu-Harbich, Maria Carolina Brandstetter

Metodologia utilizada no cálculo das resistências térmicas superficiais sugeridas pela NBR 15220:2005 – análise utilizando dados ambientais típicos do Brasil 698
Monalisa Coelho Martins, Aloísio Leoni Schmid, George Stanescu

Avaliação da aplicabilidade da NBR 15575 (2013) quanto ao desempenho térmico: Um estudo de caso em Salvador - Bahia 711
Jessica Conceição, Regina Maria Cunha Leite

Conforto Adaptativo e percepção do usuário: correspondências no estudo da biblioteca da pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo 726
Débora Costa, Aparecida Hatanaka, Flavia Elaine Aliotti Nogueira, Gustavo Panza, Marcelo Knudsen

Uso da simulação computacional na gestão pública como ferramenta auxiliar para contratação de tarifas de energia elétrica 743
Wagner Costa Oliveira, Eduardo Grala da Cunha

Avaliação do desempenho térmico de fachada com painéis leves em edificação de múltiplos pavimentos 755
Antonio Carlos da Rocha, Mercia Maria Bottura de Barros, João Roberto Diego Petreche, Brenda Chaves Coelho Leite

Ventilação natural de edifícios: revisão crítica da normalização e das metodologias de predição 765
Daniel de Oliveira Amaral, Eleonora Sad de Assis

Ofuscamento e entorno: estudo em edifícios residenciais multipavimentos 775
Lilianne de Queiroz Leal, Solange Maria Leder

Desempenho térmico por meio de medições in loco de edificações construídas em paredes de concreto na zona bioclimática 6 e 8 788
Katia Didoné, Ana Paula da Silva Milani, Sandra Bertocini

Simulações de desempenho térmico de moradias do PMCMV em diferentes zonas bioclimáticas quanto aos aspectos de implantação, materialidade e sombreamento de aberturas 802
Marianna Dorfler, Eduardo Kruger

Desempenho energoluminoso de salas de aula em latitude 15ºS 815
Luciane Durante, Ivan Julio Apolonio Callejas, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, Jocely Rosanna da Silva Nogueira

Diretrizes para intervenções na envoltória de edifícios comerciais na zona bioclimática 3 para obtenção do "nível A" pelo método prescritivo da certificação PROCEL EDIFICA 831
Danielle Eloy, Maria Akutsu

Elementos de fachada e o desempenho da iluminação natural em salas de aula: o caso do Instituto Federal do Espírito Santo - campus Colatina 843
Sirana Fassina, Andrea Laranja

Contribuição do efeito de resfriamento evaporativo para um sistema de condicionamento térmico passivo 859
Leandro Fernandes, Eduardo Kruger, Sérgio Lange

Avaliação do comportamento térmico de paredes monolíticas executadas com diferentes materiais em condições variáveis de oscilações de temperaturas superficiais 870
Pablo Raphael de Lacerda Ferreira, Vitor Muniz Henriques, Aluísio Braz de Melo, Emmily Gersica Santos Gomes

Diretrizes construtivas para cidade em clima semiárido: estudo de caso em Arapiraca-AL 881
Mônica Ferreira da Silva, Esteffany Rafaelly Santos Rodrigues, Ricardo Victor Rodrigues Barbosa

Iluminação natural por zenitais do tipo shed: estudo em modelos reduzidos 896
Tatiana Dias Flores, Carlos Eduardo Nunes Torrescasana, Marcelo Fabiano Costella, Adriana Freitag Migott

Integração de painéis solares à arquitetura: uma reflexão sobre seus impactos na forma e paisagem 910
Ingrid Fonseca, Alessandra Battisti, Fabrizio Tucci, Maria Porto, Priscilla Mathias

Limitações do Archsim para otimização baseada em simulação para etiquetagem residencial 921
Ligiana Fonseca, Laila Santana, Joyce Carlo

Análise do impacto de pontes térmicas no consumo de energia em edificações residenciais nas zonas bioclimáticas 1, 2 e 3 931
Julye Freitas, Rodrigo Leitzke, Eduardo Grala da Cunha, Beatriz Gioielli

Estudo do desempenho de sistema de resfriamento com tubos enterrados em ambiente na zona bioclimática 2 947
Julye Freitas, Suzana Treichel, Renata Dalbem, Eduardo Grala da Cunha, Carolina Beltrame

A influência da vegetação no clima urbano na cidade de Palmas – TO: contribuições ao conforto ambiental urbano 959
Thyago Freitas

Reflexões sobre o uso do simulador de eficiência energética em edificações (S3E) para avaliação do nível de eficiência energética em edificações comerciais, públicas e de serviço no Brasil 972
Marina Garcia, Roberta Vieira Gonçalves de Souza

Uso do resfriamento evaporativo em climas úmidos: estudo de caso em pavilhão industrial na cidade de Santa Maria/RS 985
Liége Garlet, Eduardo Grala da Cunha, Joaquim César Pizzutti dos Santos

Exploring lifecycle zero energy definitions and cumulative energy demand of buildings 997
Vanessa Gomes da Silva, Marcella Saade, Buno Lima, Maristela Silva, Natalia Nakamura

Análise do desempenho acústico das vedações verticais em instituição de ensino 1008
Fabia Kamilly Gomes de Andrade, Matheus Souza Cordeiro, Alberto Casado Lordsleem Jr.

O papel de protetores solares na eficiência energética em zona bioclimática 8: caso do novo terminal aeroportuário em Vitória-ES 1020
Alan Gonçalves Farias, Érica Coelho Pagel, Ricardo Nacari Maioli

Avaliação da disponibilidade de iluminação natural em salas de aula de instituição no sul do Brasil 1034
Giane Grigoletti, Cíntia Tamiosso

Medição da transmitância solar em sistemas de aberturas sob condições climáticas reais 1052
Grace Cristina Roel Gutierrez, Lucila Chebel Labaki

Análise do desempenho termo energético de habitações unifamiliares de interesse social através do método de simulação do regulamento brasileiro 1065
Andrea Invidiata, Raquel Fernandes de Sousa, Ana Paula Melo, Michele Fossati, Roberto Lamberts

Análise de agrupamento de 411 cidades brasileiras baseado em indicadores de desempenho de edificações residenciais naturalmente ventiladas 1079
Andrea Invidiata, Ana Paula Melo, Rogerio de Souza Versage, Raquel Fernandes de Sousa, Roberto Lamberts

Dutos verticais de captação de luz e ventilação em salas de aula: desenvolvimento e análise do desempenho 1095
Solange Leder, Luana Quirino, Yasmin Vaz

Estudo do sistema de iluminação e do usuário em edificação após procedimento de etiquetagem 1107
Larissa Leite, Grace Gutierrez

Renovação de ar em edifícios: comparação entre métodos de cálculo 1120
Renan Cid Leite, Anésia Barros Frota

Adensamento urbano e condições ambientais internas: a influência da morfologia urbana sobre a radiação solar e o vento para o conforto no ambiente construído 1132
Renan Cid Leite, Anésia Barros Frota

A forma urbana e o fluxo de ar em edificações: proposta de método para análise da ventilação natural urbana e sua influência em ambientes internos 1145
Renan Cid Leite, Anésia Barros Frota

Modelagem da vegetação na simulação da iluminação natural 1159
Eliana Lima, Solange Leder, Luana Quirino, Yasmin Vaz

Estudo de proteção solar e iluminação natural em edifício empresarial de Maceió – AL 1172
Dandara Lins, Juliana Batista

Sheds extratores e captadores de ar: análise da influência da velocidade dos ventos externos 1186
Marieli Lukiantchuki, Alessandra Shimomura, Fernando Marques da Silva, Rosana Caram

Desenvolvimento de um objeto de aprendizagem virtual para o ensino de conforto térmico 1199
Stefan Maier, Alice Theresinha Cybis Pereira, Fernando Oscar Ruttkay Pereira, Veridiana Atanasio Scalco

A transformação da fachada na tipologia construtiva de edifícios comerciais verticais em Vitória-ES e sua relação com o conforto ambiental 1220
Ricardo N. Maioli, Maria Cláudia S. L. S. B. Barros, Joana D'Arc P. de Barros, Isabela F. F. Moça, Igor M. Coninck, Érica C. Pagel

Comportamento térmico de duas habitações unifamiliares utilizando o sistema ETICS em Aquiraz – CE 1234
Renato Alexandre Marcelino, Renan Cid Leite

Impacto da temperatura de controle na operação das janelas e no conforto térmico para uma Habitação de Interesse Social naturalmente ventilada em São Carlos – SP 1245
Hector Fabian Marin, Maria Pilar Casatejada Gil, Karin Maria Soares Chvatal

Eficiência energética nas edificações dos correios 1258
Claudia Mello, Louise L B Lomardo

Absortância de telhas cerâmicas novas e deterioradas pela exposição às intempéries: impacto no desempenho térmico de edificações 1271
Kellen Melo Dorileo Louzich, Ana Flávia da Silva Martins, Wennder Tharso Oliveira da Silva Martins, Ivan Julio Apolonio Callejas, Luciane Durante, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti

Avaliação das condições de conforto térmico, visual e acústico em uma sala de escritório naturalmente ventilada em Florianópolis (SC) 1284
Bianca Milani de Quadros, Marina Von Meusel, Bruno Aied Passos

Avaliação da abordagem normativa da NBR 15575 para desempenho lumínico: estudo de caso em Maceió-AL 1297
Thássia C. C. Nascimento, Juliana O. Batista

Elaboração do ano climático de referência para Teófilo Otoni – MG: verificação das diretrizes construtivas propostas pela NBR 15220 1310
Camila C. Oliveira, Nayara R. M. Sakiyama, Rodrigo B. Campos, Italo B. Prates, Layane V. Miranda

Análise da resposta térmica do envoltório em um ambiente sala de aula do edifício Vila Penteado 1324
Thiago Omena, Jeferson Bunder, Silvia Duarte, Lucienne Guido, Andreia Travaglia

O efeito dos parâmetros urbanísticos na variação microclimática de um cânion urbano 1341
Ligia Parreira Muniz, Claudia Cotrim Pezzuto

Avaliação do conforto térmico de escola municipal de educação infantil em Pelotas/RS - ZB2 1354
Jaqueline Peglow, Viviane Ritter, Amanda Ronca, Renata Pereira, Eduardo Grala da Cunha, Paulo A. Rheingantz

Exposição ocupacional ao calor e conforto térmico em galpões comerciais sob ventilação natural: estudo para a condição climática quente-seca 1370
Milton Moreira Peixoto Neto, Luciane Durante, Ivan Julio Apolonio Callejas, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Carolina Mendonça Zina, Larissa Mendes Medeiros, Jhonatha Correia Volela

Desempenho térmico de fachadas ventiladas como proposta de retrofit em edifícios comerciais na cidade de São Paulo 1385
Emerson Antônio Penso, Martin Ordenes Mizgier

Viabilidade do uso de vidros insulados para o clima brasileiro 1400
Mônica Pinto, Fernando Westphal

Contribuição para o processo de retrofit de edifício de escritórios: eficiência de sistema de proteção solar 1415
Isabel Piúma Gonçalves, Eduardo Grala da Cunha, Suzana Zehetmeyer Treichel

Edifício comercial: uso de proteção solar na avaliação da iluminação e refrigeração através de simulação 1429
Juliana Queiroz, Camila Thieme

Avaliação de desempenho térmico de uma edificação em contêiner 1441
Raquel Rancura, Vinicios Alves

Análise do desempenho luminoso de sheds captadores de luz natural quanto a sua curvatura 1457
Pedro Vìtor Sousa Ribeiro, Orestes Mesquita Kunze Bastos, Ricardo Carvalho Cabus

Contribuição da mesa d'agua na análise da geometria de sheds extratores e captadores de ar para ventilação natural 1467
Pedro Vìtor Sousa Ribeiro, Leonardo Salazar Bittencourt

Influência do conforto térmico na saúde dos idosos: Estudo de caso em unidades habitacionais do Residencial Agreste - Arapiraca-AL 1480
Esteffany R. S. Rodrigues, Maria Jailza D. Silva, Nathália K. D. Souza, Mônica Ferreira da Silva, Ricardo V. R. Barbosa

Modelos de referência de edificações educacionais: definição de tipologias e determinação do desempenho energético 1496
Ricardo Rupp, Thamirys Vieira, Raphaela Walger da Fonseca, Elisa Beck, Roberto Lamberts

Cobogó computacional: da computação material e da atualização de elementos vazados na arquitetura 1509
Ernesto Sant'Ana, Robson Canuto

Panorama do desempenho acústico de edificações: resultados de testes de isolamento sonoro em campo 1532
Wylliam Santana, Luiz Mauricio Maues, Marcelo Picanço

Panorama do desempenho acústico de edificações: percepção de conforto acústico do usuário e comportamento do morador em níveis crescentes de incômodo 1542
Wylliam Santana, Luiz Mauricio Maues, Marcelo S. Picanço

Janelas em edificações multifamiliares e o conforto térmico 1551
Amabeli Dell Santo, Edna Aparecida Nico-Rodrigues, Cristina Engel de Alvarez

Diretrizes para projetos arquitetônicos visando o aproveitamento da iluminação e ventilação natural em salas de aula: estudo de caso 1565
Paula Sardeiro, Rosana Bacicheti, Lucas da Silva

Desempenho geométrico de um brise soleil: um estudo sobre seu impacto na iluminação e ventilação natural em uma sala de aula 1577
Paula Sardeiro, Rosana Bacicheti, Lucas da Silva

Fachadas adaptativas: arquitetura dinâmica orientada ao desempenho 1587
Renata Scheliga, Vanderley John

Portal R3E: eficiência energética para todos 1602
Anaísa Rocha Lima Fernandes da Silva, Clara Ovídio de Medeiros Rodrigues, Aldomar Pedrini

Otimização do desempenho térmico de fechamentos verticais durante o processo de projeto de uma habitação de baixo impacto ambiental em clima quente e úmido 1614
Marcela Silva, Solange Goulart, Aldomar Pedrini

Avaliação das condições de conforto térmico em sala de estudos: aplicabilidade dos modelos estático e adaptativo comparados aos dados comportamentais do usuário 1627
Gabriela Silva Goedert, Felipe Finger, Natália Rosa

Adequabilidade da iluminação natural: avaliação lumínica de sala de aula considerando a satisfação do usuário 1644
Gabriela Silva Goedert, Fernando O. Ruttkay Pereira, Raphaela Walger Fonseca

Estabelecimento de parâmetros de desempenho térmico para novas edificações brasileiras na Antártica 1664
Bruna P. Sirtuli, Filipe Galina Costalonga, Cristina Engel de Alvarez, Edna Aparecida Nico Rodrigues

Ventilação natural e legislação urbanística brasileira: análise de edificações residenciais em Maceió-AL 1679
Marcos S P Sobrinho, Isabela Cristina Passos, Alexandre da Silva Sacramento, Osmar Damasceno Brandão

O uso de "pigmento frio" na formulação de tintas para aplicação em coberturas e fachadas 1692
Ana Souza, Kai Loh

Estudo experimental do comportamento de dutos de luz e o aproveitamento de luz natural utilizando imagens HDR 1700
Priscila de Souza, Fernando O. Ruttkay Pereira

Técnica e instrumentos de pequeno porte acopláveis em smartphones para auxiliar projetos arquitetônicos no intuito de promover conforto térmico 1712
Sandra Souza, Patrícia Farias, Camila Souza, Carina Santos, Luciana Lima, Jardel Gonçalves, Maria Carvalho

Análise experimental do comportamento térmico do telhado verde extensivo para Florianópolis 1726
Débora Gracielle Stiegemeier de Liz, Martin Ordenes Mizgier, Saulo Guths

Ferramenta computacional para desempenho acústico de edificações habitacionais 1740
Vanessa Takahashi, Stelamaris Rolla Bertoli, Daniel Moreira

Desafios da política pública local para melhoria do conforto acústico urbano da cidade de Macapá/AP 1755
Patrícia Helena T. Takamatsu

Comparativo entre variáveis luminotécnicas e percepção subjetiva da luz: experimento em câmara climática 1766
Cintia Tamura, Eduardo Kruger

Impactos dos edifícios isolados no conforto ambiental de áreas originalmente residenciais de baixo gabarito 1783
Wennder Tharso Oliveira da Silva Martins, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Luciane Durante, Ivan Julio Apolonio Callejas, Malu Herrera Scaffi, Kellen Melo Dorileo Louzich

Absorção sonora de painéis modulares para muros vivos 1795
Rodolfo Thomazelli, Fernando Durso Neves Caetano, Stelamaris Rolla Bertoli

Desempenho de habitações de interesse social frente às mudanças climáticas 1806
Maria Andrea Triana Montes, Roberto Lamberts, Paola Sassi

Desempenho de abrigos alternativos para termo-higrômetros
Marcos de Oliveira Valin Jr, Karyn Ferreira Antunes Ribeiro, Diana Carolina Jesus de Paula, Flávia Maria de Moura Santos, Angela Santana de Olivera, Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira, José de Souza Nogueira 1821

Proposta de um dispositivo para aumentar o desempenho de janelas e fachadas em termos de ventilação natural e auxiliar no controle da radiação solar direta 1839
Egon Vettorazzi, Helenice Maria Sacht, Marcelo Langner, Darwin Jaime Camacho

Avaliação do desempenho termoenergético de modelos de referência de escritórios elaborados com base em levantamento de características construtivas nacionais 1853
Raphaela Walger Fonseca, Julia Bruch, Ricardo Rupp, Elisa Beck, Letícia Eli, Mirella Improta, Veridiana Scalco, Roberto Lamberts

Análise da influência da ocupação do solo no microclima de quatro regiões distintas de Cuiabá-MT
Deborah C. Zanatta, Diana C. J. Paula, Eduardo M. Campos, Flávia M. M. Santos, Gabriely A. Bento, José S. Nogueira, Mariana Y. Hondo, Marta C. J. A. Nogueira, Victor A. B. R. Santos, Natallia S. Souza 1867

Microclima nos espaços urbanos abertos: um estudo comparativo de medições em campo aberto x registros de estação meteorológica 1884
Helena Cristina Padovani Zanlorenzi, Demóstenes Ferreira da Silva Filho

Discussão do desempenho da chaminé térmica como estratégia de ventilação natural 1898
Suzana Zehetmeyer Treichel, Julye Freitas, Renata Dalbem, Eduardo Grala da Cunha, Carolina Machado Beltrame

VOLUME 2

Desenvolvimento sustentável

Impactos da adoção de BIM no processo de avaliação de energia incorporada e emissões de GHGs no ciclo de vida de edificações 1910
Natalia N. Barros, Vanessa Gomes da Silva, Regina C. Ruschel

Emprego do Sinapi para quantificação de emissões de CO2: estudo de caso para o chapisco em uma habitação unifamiliar 1922
Lucas Rosse Caldas, Débora Mara Caldeira, Rosa Maria Sposto, Pablo Paulse, Michele Tereza Carvalho

Avaliação do ciclo de vida energético de telha termoacústica com poliestireno expandido e telha cerâmica tipo plan em edificação unifamiliar 1935
Débora Mara Caldeira, Rosa Maria Sposto, Lucas Rosse Caldas

Aplicação do selo Casa Azul da Caixa Econômica Federal em um projeto de uma residência multifamiliar financiada pelo programa "Minha Casa Minha Vida" - estudo de caso 1952
Davi Cartaxo, Geórgia Jereissati, Maria Morais

Avaliação do ciclo de vida energético (ACVE) e de custos de diferentes formas para paredes de concreto moldadas no local 1966
Victor Motta do Valle Castro, Rosa Maria Sposto, Gilson Marafiga Pedroso, Vamberto Machado dos Santos Filho, Lucas Rosse Caldas

Microclima urbano: comparação antes e pós intervenções urbanísticas em Cuiabá-MT 1979
Diana Carolina Jesus de Paula, Soneize Auliadora de Miranda, Natallia Sanches E Souza, Marcos de Oliveira Valin Jr, José de Souza Nogueira, Flávia Maria de Moura Santos, Marta Cristina de Jesus Albuquerque Nogueira

A avaliação do ciclo de vida (ACV) como ferramenta de análise do desempenho ambiental de edificações 1990
Patricia Evangelista, Ednildo A. Torres, Jardel Gonçalves

Compensação ambiental de empreendimentos: a experiência internacional 2002
Viviane Miranda Araujo Fiorani, Vahan Agopyan

Agricultura urbana, seus benefícios e sua utilização na cidade de Porto Alegre/RS 2014
Eliane Franz, Alessandra Paim

Panorama Nacional das Edificações Públicas Federais com Foco em Etiquetagem de Eficiência Energética: Oportunidades e Desafios 2028
Anderson Gomes, Cláudia Amorim

Retrofit visando a sustentabilidade: proposta de adequação de uma escola estadual de ensino médio 2045
Renata Neves Holz, Aline Sauer, Sandra Coutinho, Fabrícia Delfino Rembiski

A praça como instrumento de educação ambiental: uma proposta para Santa Maria de Jetibá- ES 2059
Mônica Jacob, Érica Coelho Pagel

O uso do BIM para o retrofit sustentável 2072
Laura Larivoir

Aplicação de materiais e técnicas sustentáveis em uma obra de retrofit de uma unidade hoteleira – estudo de caso 2085
Rodrigo Linhares, Geórgia Jereissati, Tiago Morais

Avaliação do ciclo de vida de emissões de CO2 e desempenho térmico de habitações: estudo de caso do sistema construtivo Casa Express na cidade de Teresina – PI 2098
Julia Lira, Lucas Caldas, Ana Lucia Silveira, Rosa Sposto

Simulación cambio climático y edificación: evaluación ambiental estratégica aplicada a un programa habitacional en Montevideo 2111
María Lopez, Alicia Picción

Edificación y susentabilidad: Evaluación Ambiental Estratégica aplicada a un programa habitacional en Montevideo 2126
María Lopez, Alicia Picción

Tecnologia apropriada na construção com terra – taipa e blocos de terra comprimida 2138
Leonardo Ribeiro Maia, Obede Borges Faria, Antonio Gil da Silva Andrade

O processo de elaboração das políticas ambientais da universidade de São Paulo: o papel da universidade como laboratório para as cidades 2150
Romero Marcelo de Andrade, Kronka Mülfarth Roberta Consentino

Análise da correlação entre o nível de efetividade dos processos e em meio ambiente, saúde e segurança na construção civil 2163
João Martins Portelinha Neto, Alfredo Iarozinski Neto, Alessandra Tourinho Maia

Light steel framing: uma alternativa para os desperdícios e resíduos dos materiais de construção 2175
Bárbara Holzmann Mass, Sergio Fernando Tavares

Responsabilidade social e ambiental no setor da construção civil: canteiros de obras no distrito federal 2185
Juliana Abrahão Kohlrausch Vitali Mendes, Vamberto Machado Santos Filho, Lucas Rosse Caldas

Comparação de impacto ambiental de sistemas construtivos de paredes utilizando Avaliação do Ciclo de Vida Modular 2198
Aline Miranda, Andrea Naguissa Yuba

Técnicas eco eficientes aplicadas em edificações 2213
Matheus Muller, Márcia Freitas

Comparação entre guias de coberturas verdes 2225
Priscila Nakamura, Andrea Naguissa Yuba

O edifício sustentável e a qualidade do ar interno 2235
Erica Coelho Pagel, Cristina Engel de Alvarez, Neyval Costa Reis Júnior

Sustentabilidade ambiental para projetos de edificações residenciais no contexto climático de Maceió-AL 2246
Marcelle Maria Pais Silva Rebêlo, Gianna Melo Barbirato

Desempenho térmico do sistema de vedação vertical e emissões de CO2: estudo de caso para uma edificação escolar localizada em Goiânia - GO 2260
Pablo Paulse, Lucas Caldas, Rosa Sposto, Karla Hora

Selo casa azul: engenharia civil e sustentabilidade, uma parceria que pode dar certo 2272
Aldreen Calábria Soares Santos, A. Motta

Ecoparques tecnológicos: caracterização e principais estratégias sustentáveis a serem adotadas 2289
Douglas Santos Salvador, Ricardo Siloto Silva

Influência do método de dimensionamento da área coletora prescrito pela lei solar de São Paulo na implantação de sistemas de aquecimento solar de água em edificações na cidade de São Paulo 2303
Paulo José Schiavon Ara, Daniel Setrak Sowmy

Naturação em jardins terapêuticos no contexto socioambiental de unidades hospitalares 2314
Viviane L. X. Shan, Pedro Garrido Neto, Elaine G. Vazquez

Princípios de sustentabilidade como indutores da seleção tecnológica em projetos de arquitetura de edifícios 2328
Carla A. Silva, Mercia M. S. B. Barros

Aspectos metodológicos para a realização de estudos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) para produtos de construção 2339
Fernanda Silva, Rachel Arduin, Caroline Souza, Laís Vinhal, Cláudia Teixeira, Luciana Oliveira

Interfaces ambientais para mudança de comportamento e redução do consumo de recursos 2351
Helena Utzig, Cecilia Gravina Rocha

Sustentabilidade ambiental da arquitetura vernácula em Arequipa – Peru 2362
Marco Antonio Vilca Mamani, Leopoldo Eurico Gonçalves Bastos, Marcos Martinez Silvoso

Estudo sistemático sobre avaliação do ciclo de vida energético em edificações 2377
Carolina Mendonça Zina, Luciane Durante, Ivan Julio Apolonio Callejas, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti, Jhonatha Correia Vilela, Larissa Mendes Medeiros

Durabilidade das construções

Estudo das temperaturas superficiais das fachadas com emprego da simulação higrotérmica 2387
Livia Agostinho, Julia Lira, Francielle dos Santos, Vanda Zanoni, Elton Bauer

Edificações em madeira e preservação – o uso de termografia na detecção de patologias em madeiras 2399
Cézar Figueredo, Edgar Carrasco, Cynara Bremer

Condições de contorno lateral dos corpos de prova submetidos ao ensaio de ação de calor e choque térmico 2413
João Heitzmann Fontenelle, Cláudio Vicente Mitidieri

Influência do uso de impermeabilizante por cristalização na penetração de cloretos em concretos 2424
Vanessa Giaretton Cappellesso, Denise Carpena Coitinho Dal Molin, Angela Borges Masuero, Natália dos Santos Petry

Avaliação do desempenho das habitações do Programa Minha Casa Minha Vida nas cidades de Florianópolis e Criciúma, Santa Catarina - estudos de caso 2438
Elaine Guglielmi Pavei Antunes, Luisa Helena Marcelino, Humberto Ramos Roman, Alan Paskieviski Machado, Daiane Santos da Silva Goudinho

Estudo comparativo entre concreto usinado e concreto produzido no canteiro de obras 2452
Lucas Fernando Krug, Maxoel Habitzreiter, Bruna Gioppo Bueno

Identificação de fenômenos de pré-patologia nas fachadas dos edifícios – uma contribuição para a durabilidade das construções 2460
Mayara Santos, Valéria Oliveira, Elaine Henrique, Elton Bauer, Michele Carvalho

O uso da termografia infravermelha para detecção de manifestações patológicas 2473
Arthur José da Silva, Diego José Araújo Viégas, Yêda Vieira Póvoas

Desafios e contribuições: estudo de degradação das edificações por meio de simulação higrotérmica 2488
Vanda Zanoni, José Manoel Sánchez, Elton Bauer

Qualidade do projeto e avaliação pós-ocupação

Metodologia de avaliação da energia solar antes dos primeiros esboços 2499
Ana Lígia Papst de Abreu, Victor Andreas Rocha Baumann, Felipe Góes, Luciano D'Avila Dodl

Requalificação de unidade de acolhimento institucional para crianças e adolescentes: abordagem em Juiz de Fora, MG, a partir do conforto e psicologia ambiental 2512
Mariana Almeida, Letícia Zambrano

Orientação espacial sob o ponto de vista da acessibilidade: caso de um terminal aeroportuário 2535
Isabela Andrade, Vera Helena Bins Ely, Mayara Zanchin, Italo Rodeghiero Neto

Avaliação do desempenho de edifícios altos quanto ao uso 2547
Fabiana Antocheviz, Antônio Tarcísio Reis, Sandra Becker

Análise probabilística e mapeamento da origem de manifestações patológicas identificadas no pós obra 2559
Gustavo Arantes, Ruany Ferreira, Maria Carolina Brandstetter

Preparação da execução de obras (PEO): estudos de caso na cidade de Goiânia-GO 2575
Aline Valverde Arrotéia, Tatiana Gondim do Amaral, Silvio Burrattino Melhado

A avaliação do desempenho em uso dos sistemas metroferroviários a partir da jornada do usuário 2587
Maria Beatriz Barbosa, Sheila Walbe Ornstein

Os enfoques racional e reflexivo e sua relação com a gestão de projeto em arquitetura 2601
Gil Barros, Tatiana Sakurai

Percepção olfativa de usuários cegos na análise da estética do espaço urbano 2612
Celina Barroso, Antônio Tarcísio Reis

Cálculo do indice de acessibilidade destinado aos pedestres em uma cidade de pequeno porte – Pederneiras/SP 2622
Fabiana Benevenuto Faustini, Marina Lisboa Maia, Renata Cardoso Magagnin

Análise de padrões de fissuração presentes em elementos estruturais a partir de regressão logística para amostras desbalanceadas 2636
Letícia Ramos Berr, Jordana Bazzan, Débora R. Dadalt, Carlos Torres Formoso

Análise dos efeitos de ruídos comuns ao ambiente construído no sentimento dos usuários 2648
Ana Paula Bonini Penteado, Alfredo Iarozinski Neto

Um estudo exploratório sobre o processo de projeto de obras públicas usando o RDC – Regime Diferenciado de Contratação 2661
Flavia Camelo, Sandra Bomtempo, Paulo Andery

Seleção tecnológica de sistemas de fachada para edifícios comerciais e institucionais 2672
Marília Carraro, Luciana Alves de Oliveira

Avaliação do binômio sustentabilidade e biossegurança no desenvolvimento de projetos arquitetônicos de laboratórios de pesquisa médica na FIOCRUZ 2683
Márcia Castilho Correia, Bianca M. F. Leal

Configuração das áreas de lazer dos edifícios verticais multifamiliares contemporâneos: estudo de caso em Maceió-AL 2696
Marta Cavalcante, Alexandre Toledo

Avaliação do tempo de reverberação e inteligibilidade da fala em salas de aula: estudo de caso em programa de pós-graduação 2715
Guilherme Coelho, Thauler Souza, Vamberto Machado, Rosa Sposto

Avaliação pós-ocupação de residências executadas no sistema Light Steel Framing 2730
Luana Costa, Patrícia Lovato, Thaiana Centofante Costa

A norma de desempenho e as alterações no processo de projeto das empresas construtoras de pequeno e médio porte 2743
Ana Cláudia Cotta, Paulo Roberto Pereira Andery

Arquitetura escolar e a inclusão de alunos com deficiência intelectual e autismo: estudo de caso em Juiz de Fora 2754
Débora Rodrigues Cruz, José Gustavo Francis Abdalla, Katiuscia Cristina Vargas Antunes

O espaço arquitetônico e o uso dos espaços coletivos exteriores dos conjuntos habitacionais do PAR em Pelotas - RS 2767
Vitória Borges da Fonseca Cumerlato, Nirce Saffer Medvedovski, Célia Castro Gonsales, Hélen Vanessa Kerkhoff, Elisa Santos Guimarães

Percepção do usuário quanto à luz natural proveniente de aberturas zenitais 2780
Auriele F. Cuti, Celina Maria B. Correa

O vidro e suas relações cromáticas na arquitetura contemporânea na cidade de São Paulo 2797
João Carlos de Oliveira Cesar

Desenho Universal como mediador das relações entre tecnologias assistivas e ambientes domésticos 2809
Tulio M. de S. Tiburcio, Rodrigo B Mendes, Sandro Ferreira Souza, Talita da Conceição de Oliveira Fonseca

Avaliação da qualidade do espaço urbano quanto ao risco de quedas de idosos 2824
Tulio M. de S. Tiburcio, Talita C O Fonseca, Aline W B Carvalho, Rodrigo Bicalho Mendes, Sandro Ferreira Souza

Contribuição da automação residencial na solução de problemas de acessibilidade no cotidiano do idoso 2837
Tulio M. de S. Tiburcio, Sandro F Souza, Talita da Conceição de Oliveira Fonseca, Rodrigo Bicalho Mendes

Relação entre o espaço da sala de aula, as novas tecnologias e o ensino de projeto de arquitetura 2851
Tulio M. de S. Tiburcio, Zoleni L Braz, Maria Luiza Rodrigues Natalino

A tomada de decisão na previsão da vida útil de projeto para edificações mais sustentáveis 2864
Ludmila de Souza Freitas, Aloísio Leoni Schmid, Roberto Caldeira da Silva

Desenvolvimento de um modelo para coordenação de projetos de edificações em obras de reforma referenciado na ABNT NBR 16280:2015 2879
Arthur César Esteves Ottoni Barbosa, Paulo Roberto Pereira Andery

Estruturação do processo de projeto executivo de obras de infraestrutura de transporte subterrâneo: estudo de caso na Linha Lilás do Metrô de São Paulo 2894
Tiago de Vasconcelos Gonçalves Ferreira, Leandro Santos Filgueiras, Silvio Burrattino Melhado

Percepção de conforto ambiental em espaços subterrâneos 2907
Eliane Franz, Betina Martau

Avaliação pós-ocupação de edifício de apartamentos antigo na cidade de São Paulo: o uso das opiniões dos usuários na reabilitação de edifícios 2919
Walter J. F. Galvão, Sheila Walbe Ornstein

Oferta de comércio e serviços em edifícios verticais de uso misto: investigação nas áreas comuns em dois exemplares de Maceió/AL 2931
Luciana Gavazza, Alexandre Toledo

A permanência espaço-temporal do edifício escolar - propostas de adequação de usos em uma escola pública de ensino fundamental do Rio de Janeiro. 2946
Rafael Ferreira Diniz Gomes, Giselle Arteiro Nielsen Azevedo

Avaliação pós-ocupação em bibliotecas ferroviárias: o caso dos acervos paulistas 2959
Samir Gomes

Mutirão autogerido versus Habitação de Interesse Social promovida pela COHAB-SP: Uma análise comparativa na escala da unidade habitacional 2971
Larissa Gonçalves, Luci Bonini

Avaliação da qualidade de vistas a partir de apartamentos em edifícios altos 2982
Debora Gregoletto, Antonio Tarcisio Reis

Qualidade do projeto: análise dimensional das Habitações de Interesse Social na cidade de Maceió - AL entre os anos de 1964 e 2014 2995
Flavia Maria Guimaraes Marroquim, Gianna Melo Barbirato

MMental: aplicativo para análise da percepção do coletivo quanto à legibilidade do ambiente construído 3007
Elisa Santos Guimarães, Hélen Vanessa Kerkhoff, Natália Toralles dos Santos Braga, Nirce Saffer Medvedovski, Vitória Borges da Fonseca Cumerlato

O desempenho, sob o enfoque ergonômico, de edifícios ícones da arquitetura modernista brasileira, em São Paulo, produzida entre 1930 e 1964: edifícios de uso comercial e de serviço 3019
Barbara Iamauchi Barroso, Roberta Consentino Kronka Mülfarth

Elaboração de questionário como ferramenta auxiliar na avaliação do conforto acústico em escolas 3037
Cristina Yukari Kawakita Ikeda, Rosaria Ono, Fúlvio Vittorino

Avaliação de desempenho térmico de edifícios habitacionais multifamiliares em Brasília: o caso do Setor Noroeste 3049
Pammila Japiassú, Mariana Emídio Guimarães, Rosa Maria Sposto, Claudia Naves David Amorim

Mobiliário urbano no espaço público de comunidades do PAC-urbanização de assentamentos precários: o caso PAC-Anglo, Pelotas, RS 3065
Hélen Vanessa Kerkhoff, Elisa Santos Guimarães, Natália Toralles dos Santos Braga, Nirce Saffer Medvedovski, Vitória Borges da Fonseca Cumerlato

O morador e a moradia: um estudo de caso no PMCMV em Cuiabá-MT 3081
Louise Logsdon, Rodrigo Paiva, Douglas Gallo, Daniel Ferreira

Segurança das pessoas e do patrimônio em parque urbano: cercar ou manter aberto 3095
Claudia Adriana Nichetti Marques, Amanda SchÜler Bertoni, CÁssia Morais Mano, AntÔnio TarcÍsio da Luz Reis

Minha casa minha vida: análise da percepção de valor sobre as áreas comuns 3108
Laura Marques, Luciana Miron

Mapeamento e análise do processo de projeto de estruturas metálicas com foco na integração – estudos de casos múltiplos 3121
Renata Martini, Cícero Starling, Paulo Andery

Avaliação pós-ocupação de projeto padrão Proinfância: tecnologias para auxiliar uma abordagem multimétodos 3133
Maria Luiza Natalino, Vinícius Avila, Tulio M. de S. Tiburcio, Zoleni Lamim Braz

Pesquisa bibliométrica sobre Target Value Design 3146
Antônio Arthur Fortaleza Neves, Raísse Layane de Paula Saraiva, Mariana Lira Comelli, Domingos Sávio Viana de Sousa, José de Paula Barros Neto

Condições ambientais e percepção do conforto térmico: estudo de caso com trabalhadores de escritórios 3155
Lumy Noda, Amanda V. P. Lima, Natália Luna, Milena Sá Braga, Carolina Ramos, Solange Leder

O usuário e o seu comportamento na avaliação da iluminação da biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo -FAU Maranhão, SP 3170
Flavia Nogueira, Aparecida Hatanaka, Débora Costa, Gustavo Panza, Marcelo Knudsen

Projeto Integrado aplicado a projetos de reabilitação 3191
Ana Beatriz Oliveira, Tamine Manzin, Marcelo Giacaglia, Claudia Oliveira, Silvio Burrattino Melhado

Contribuições da tecnologia BIM para o planejamento de um empreendimento público 3206
Edson Oliveira, Júlio Santana, Débora de Gois Santos

Aprimoramento de metodologia para aplicação de pesquisa de campo em segurança contra incêndio utilizando os instrumentos de wayfinding 3219
Rosaria Ono, Katia Beatris Moreira

Contribuição ao estudo do processo de projeto de instalações 3230
Gabriela Pinheiro, Paulo Andery

Avaliação da sensação de conforto térmico do usuário de uma habitação faixa 1 do programa minha casa minha vida na cidade de Pelotas-RS: estudo de caso do residencial jardins do obelisco 3241
Jones Vieira Pinto, Antonio Cesar Silveira Baptista da Silva, Vitória Borges da Fonseca Cumerlato

Gestão de equipes no processo de legalização de projetos de edificações utilizando a plataforma BIM 3255
Eduardo Ribeiro dos Santos, Técia Maria Pereira Duarte, Monica Santos Salgado

A simulação como ferramenta para a identificação dos requisitos dos usuários idosos em apartamentos 3265
Rodrigo Rodrigues, Cesar Imai

Mapeamento da complexidade do processo de projeto de edifícios inteligentes 3276
Débora S Olevate, Tulio M. de S. Tiburcio, Débora Mela, Denise Mônaco Santos

Percepção da luz e da cor em setor oncológico 3288
Ana Paula Santos, Renan Yokemura Marques, Celina Correa, Natalia Naoumova, Livia Bender

Desempenho de edificações residenciais: projetistas e empresas construtoras 3299
Débora de Gois Santos, PatrÍcia Carvalho, Emerson Carvalho, LaÍs Indiana Ferreira, Marina Viana

Gestão da manutenção e a NBR 15.575/2013 3311
Flávia Santos, Maria Aparecida Steinherz Hippert

Avaliação funcional e ambiental do PMCMV: o caso do Residencial Jardim Sucupira 3321
Rita de Cássia Pereira Saramago, Simone Barbosa Villa, Gabriela Barros Portilho

APO sobre inclusão: o Desenho Universal como ferramenta em casa de acolhimento institucional 3337
Aline Savi, Marta Dischinger, Lays Juliani Hespanhol

Gestão de riscos e riscos de gestão em projetos industriais: estudos de caso 3348
Tassia Silva, Silvio Burrattino Melhado

Arquitetura escolar Waldorf, opiniões e preferências de seus usuários 3360
Thaís Regina Silva Cardoso E Oliveira, Cesar Imai

Análise de pós-ocupação de áreas de convívio em ambientes universitários 3374
Ana Lucia Silveira, Isadora Costa, Romulo Marques

Ambiente de idosos e a ferramenta do poema dos desejos 3388
Elzani Sobral, Marie Monique Paiva, Vilma Villarouco

Avaliação da legislação de segurança contar incêndios: estudo dos requisitos para dimensionamento de saídas de emergência 3400
Aline Sayuri Takeda, Rosária Ono

Avaliaçãp pós-ocupação em hospitais complexos 3412
Andrea D. Leitner Thomazoni, Sheila Walbe Ornstein

Projeto de saídas de emergência: estamos considerando as crianças? 3428
Marcos Valentim, Rosaria Ono

Inovação tecnológica na avaliação pós-ocupação: ferramentas digitais e interativas 3439
Simone Barbosa Villa, Gabriel Pacelli Naves Ribeiro, Larissa Rodrigues Salustiano, Sabrina Maia Lemos

Luz e cor em aparatos de exposição impressa: contrastes e percepções 3453
Renan Yokemura Marques, Celina Correa

VOLUME 3

Gestão e economia da construção

Mapeamento sistemático de literatura sobre parceria público-privada 3463
Henrique Agostinho, Ellen Argôlo

Comparação de modelos contratuais na construção civil: um mapeamento sistemático de literatura 3476
Henrique Agostinho, Denis Granja

Análise do impacto das certificações de qualidade nas características organizacionais em empresas de construção civil 3489
Bruna Barbosa Fantoni, Simone do Amaral Cassilha, Alfredo Iarozinski Neto

Análise do impacto financeiro e causas de aditivos contratuais em um caso de obra privada 3501
Maria Carolina Brandstetter, Lorena Carvalho, Daniela Oliveira, Icaro Pratti

Mapeamento sistematizado da literatura com base no custeio meta e custeio Kaizen no âmbito das habitações 3515
Raquel Bueno, Maria Carolina Brandstetter

Análise de inovações propostas para a gestão de obras públicas – estudo de caso do programa centro de iniciação ao esporte 3530
Débora Mara Caldeira, Alexandre Fernandes Ono, Kennedy Francisco Silva

Programação de um projeto de Habitação de Interesse Social com base na relação ótima tempo-custo 3547
Thaylor Cardoso Martins, Thalys Feitosa, Denilson Costa da Silva

Avaliação de desempenho dos fornecedores de revestimentos cerâmicos para a construção civil 3563
Ada Catarina Soares de Sena Costa, Mariana Lira Comelli, Isabelly Christiny Monteiro de Souza Pinto, Antônio Arthur Fortaleza Neves, Vanessa Ribeiro Campos

Verificação da adequação e implantação de PCMAT de acordo com o porte da obra 3572
Marcelo Fabiano Costella, Daniela de Lourdes Barboza Brito da Silva, Silvio Edmundo Pilz, Heleia Bortolosso, Simone Rossi

Investigação do comportamento enxuto em obras de paredes de concreto moldadas no local 3586
Herbert Cruz, Débora de Gois Santos, Luciano Vasconcelos, Rafaela Santos

Identificação de conceitos enxutos: estudo de caso em uma obra de paredes de concreto 3598
Herbert Cruz, Rafaela Santos, Luciano Vasconcelos, Laynara Vieira, Débora de Gois Santos

Variação da produtividade da mão-de-obra em função da tipologia adotada para a estrutura de concreto armado 3609
Mariana Damião, Talitha Nascimento, Ubiraci Souza, Camila Kato

Análise da influência das práticas enxutas na gestão sustentável do canteiro de obras 3622
Rodrigo de Brito Souza, Elaine Pinto Varela Alberte

Perfil do trabalhador da construção civil na cidade de Belém 3633
Renato de Melo Seixas, Pedro Santos Valente, Matheus Marinho Rios, Wylliam Bessa Santana, Luiz Maurício Maués

Um estudo bibliográfico da experiência internacional na estruturação de projetos de parceria público-privada e suas aplicações ao setor brasileiro 3645
Guilherme de Oliveira Coelho, Michele Tereza Marques Carvalho

Gerenciamento de riscos relacionados aos trabalhos em altura na fase de concepção do projeto de um edifício comercial 3656
Mariane de Pieri, Gustavo de Lima Torres, Jose Ilo Pereira Filho

Custos de ensaios em obras públicas que utilizam recursos do Orçamento Geral da União (OGU) 3669
Alexandre David Felisberto, Luis Alberto Gómez, Camila Isaton, Fernanda Fernandes Marchiori

Modelagem BIM para orçamento operacional 3680
Thalmus M. Fenato, Maria B. Barison, Fernanda Saffaro

Aprimoramento da gestão de obras de infraestrutura por meio de indicadores de produtividade: estudo de caso na execução de um viaduto 3696
Maria Luiza Soares Fernandez, Fernanda Fernandes Marchiori, Rúbia dos Santos, Antônio Edésio Jungles

Abordagens de custo e valor em projetos de Habitação de Interesse Social 3710
Aline Fróes de Souza Moraes, Ariovaldo Denis Granja

Variáveis e índices geométricos de projeto arquitetônico relacionados ao custo de empreendimentos residenciais 3722
Aline Fróes de Souza Moraes, Flavio Augusto Picchi, Ariovaldo Denis Granja

Diagnóstico dos pontos de disposição de resíduos da construção civil na cidade de Americana/SP 3733
Sarah Gabriela Bispo da Rocha, Adriana Petito de Almeida Silva Castro

Produtividade na execução de revestimentos cerâmicos de empresas subempreiteiras 3749
Fabia Kamilly Gomes de Andrade, Alberto Casado Lordsleem Jr.

Avaliação de riscos de uma obra pública educacional na fase de execução 3763
Priscilla de Mattos Hamel E Silva, Antônio Edésio Jungles, Rúbia dos Santos, Fernanda Marchiori

Roteiro para estudo de viabilidade de empreendimentos imobiliários residenciais 3780
Maria Aparecida Steinherz Hippert, Gustavo Brega Quinet Andrade

O gerenciamento do tempo em uma empresa de construção civil segundo o PMBOK 3791
Maria Aparecida Steinherz Hippert, Edmar Antônio Mendes Carvalho

Impactos da produtividade e consumo de materiais no serviço de alvenaria de vedação a partir do processo de aferição do SINAPI 3802
Michelle Kemper Campos de Melo, Michele Tereza Marques Carvalho

Cumprimento da NR-18 pelas empresas construtoras da Grande João Pessoa: uma realidade positiva 3820
Mirela Medeiros, Meryhelen Silva, Gabriella Souza, Nelma Araújo

Produtividade da mão de obra para estrutura de concreto armado: ênfase nos fatores influenciadores 3834
Roseneia Melo, Dayana Costa

Desenvolvimento de método para o estudo da produtividade na montagem de estruturas de aço para edifícios 3847
Caio Mingione, Ubiraci Souza

Concentração de material particulado proveniente de canteiros de obras nas fases de construção de alvenaria e concreto armado 3861
Rita J.B. Moraes, Dayana B. Costa, Ingrid P.S. Araújo, Jair Lopes da Silva Junior, Jaconias Carneiro Gomes, Danilo Bastos Barbosa

Sistemática para gestão das exigências da NR-18 3873
Paola Kelly Curi Moura, Paulo Roberto Weiss Júnior, Fabrício Borges Cambraia, Elvira Maria Vieira Lantelme

Identificação e análise de indicadores de resíduos de construção em obras verticais na região metropolitana de Belém-PA 3883
Brisa M.O. Nascimento, Luiz Maurício F. Maués, Luciana N.P. Cordeiro, André Augusto A.M. Duarte, Renato M. Neves

Diagnóstico da aplicação dos requisitos de sustentabilidade no processo de compras de empresas construtoras de edifícios 3895
Patricia Nascimento, Francisco F. Cardoso

Satisfação dos operários da construção civil: um estudo na Universidade Federal do Ceará 3910
Antônio Arthur Fortaleza Neves, Isabelly Christiny Monteiro de Souza Pinto, Ada Catarina Soares de Sena Costa, Mariana Lira Comelli, Vanessa Ribeiro Campos

Orçamento na fase da viabilidade: comparativo dos parâmetros custo unitário básico e custo unitário geométrico 3924
Tacná Nóbrega, Thays Pereira, Priscilla Rodrigues, Marcilon Lima

Uso de indicadores de sustentabilidade para seleção de materiais aplicados à execução de alvenaria de bloco 3938
Carla Oliveira de Santana, Elaine Pinto Varela Alberte

Caracterização da atuação de construtoras e incorporadoras de Goiânia-GO frente às normas de desempenho ABNT NBR 15575:2013 3948
Juliano Araújo Otero, Rosa Maria Sposto

Modelo de análise de riscos baseada em matemática fuzzy para suporte à gestão do desempenho de edificações habitacionais 3963
Juliano Araújo Otero, Rosa Maria Sposto

Acondicionamento de sistemas de produção na construção civil 3977
Ricardo Juan José Oviedo Haito, Francisco F. Cardoso

Redução de variabilidade no processo construtivo de elevação de alvenaria estrutural: atitudes gerenciais 3990
Paulo Ricado Ramos Santos, Débora de Gois Santos

Identificação das causas de atrasos de obras: um estudo de caso na região metropolitana de Belém 4004
Caio José L. Reis, Renato de M. Seixas, Gilmar B. da Silva, Luiz Maurício F. Maués, André Augusto A. M. Duarte

Proposta de diretrizes para produção de procedimentos de inspeção para serviços da construção civil 4016
Gabriela Rocha, Carlos André Vieira da Silva Júnior, Carlos Formoso

Análise das inter-relações organizacionais 4028
Angela Rosi Docena de Alencar, Alfredo Iarozinski Neto

Repercussão de decisões gerenciais no prazo de execução de empreendimentos da construção civil 4038
Fernanda Aranha Saffaro, Wanessa Fazinga, Vinicius Amadeu Santana

Análise de maturidade de engenharia simultânea em construtoras de pequeno porte 4050
Gilielle Santana, Sandra Coutinho, Aline Sauer, Fabrícia Rembiski

MFV como ferramenta para análise do fluxo de informações em um escritório de engenharia 4062
Camila Silva, Sheyla Serra, Itamar Lorenzon

Análise do gerenciamento de resíduos de construção civil em condomínios residenciais unifamiliares 4075
Daniela Silva, Fabrícia D. Rembiski, Sandra Coutinho, Gabriela Radinz

Custos atuais da implantação do PCMAT em obras de edificações verticais 4086
Meryhelen Silva, Mirela Medeiros, Gabriella Souza, Nelma Araújo

Proposição de um modelo para gestão da produtividade e retroalimentação orçamentária 4097
George Nunes Soares, José de Paula Barros Neto, Artemária Coelho de Andrade

Gestão de projetos e de obras em construtoras – avanços e desafios para atuação de arquitetos e urbanistas 4111
Suelen Sorte, Fabrícia D. Rembiski, Aline Sauer, Gabriela Radinz

Impactos da gestão de segurança ocupacional no cronograma físico-financeiro de obras de edifícios 4121
Elienay Hudson Souza, Wylliam Santana, Luiz Mauricio Maues

Análise da aplicação de veículo aéreo não tripulado em auxílio às inspeções de saúde e segurança do trabalho 4132
José Roberto Souza, Andrey Oliveira, Heitor Palmeira, Adriana Weber

Proposta de melhoria para o transporte vertical de componentes de fachada de um edifício residencial de múltiplos pavimentos através do Mapeamento do Fluxo de Valor: um estudo de caso 4143
Alessandra Tourinho Maia, André Davet, Bruno Moreira Fenili, Yuri Tezin

Análise setorial do nível de efetividade dos processos gerenciais de empresas de construção civil 4158
Alessandra Tourinho Maia, Alfredo Iarozinski Neto

Diretrizes para a concepção de sistema de fluxo de materiais 4172
Carlos André Vieira da Silva Júnior, Antônio Santos, David Vasconcelos, Anthony Teixeira, Ismael Weber, Adriana Weber

Reaproveitamento de resíduos na construção

Utilização de fibra de polipropileno em argamassas produzidas com agregados reciclados de residuos da construção civil 4184
Cristian Debastiani, Elton Zanatta, Patricia Lovato

Estudo do uso de resíduo de serragem de pedra Cariri na produção de misturas autoadensáveis 4195
Johnatan Galvão, Amanda Carolina Pita, Uiliana Márcia Mercês, Washington Moura, Monica Leite

Agregados reciclados em concretos: uma análise crítica das propriedades e classificações estabelecidas em diferentes normas 4209
Alexis Kiouranis, Leonardo Miranda, Antônio Melo Neto

Avaliação das propriedades físicas de agregados miúdos reciclados produzidos em britadores de mandíbula e impacto 4221
Gabriel Marinho, Elaine Souza, Larissa Santos, Henrique Degraf, Leonardo Miranda, Vanessa Vogt

Comportamento mecânico de argamassas produzidas com resíduo de serragem de pedra Cariri 4233
Uiliana Mercês, Moura Washington

Panorama atual do setor de reciclagem de resíduos de construção e demolição no Brasil 4247
Leonardo Miranda, Levi Torres, Vanessa Vogt, Fernanda Brocardo, Hewerton Bartoli

Análise do desempenho de tijolos de solo-cimento com incorporação de agregados reciclados 4268
Gustavo Rodolfo Perius, Camila Sanja Machado, Daiane Eckardt Derlam, Ana Ligia Papst Abreu, Cleide Cedeni Andrade

Substituição do cimento por resíduos de conchas de moluscos bivalves em argamassas 4279
Safira Ferreira de Melo Rios, Ana Paula Gonçalves Silva, Washington Almeida Moura

Influência de aditivos aceleradores de pega nas propriedades no estado fresco de compósitos de cimento e resíduos de madeira de construção 4290
Thaísa Rocha, Paolo Lima, Leonardo Miranda, Carlos Parchen, Lara Ruhnke

Análise das propriedades de compósitos de madeira, provenientes de resíduo de construção, utilizando o gesso como aglomerante 4304
Thaísa Rocha, Lara Ruhnke, Leonardo Miranda, Carlos Parchen, Paolo Lima

Equipamentos de reciclagem de resíduos da construção civil: mecanismos de separação 4319
Annelise Schamne, Leonardo Miranda, Vanessa Vogt

Concreto autoadensável com Agregados Reciclados de Concreto (ARC) 4334
André Luís Vicente Souza, Nicole Schwantes, Isabela Souza, Caroline Dias Cavalheiro, Maria Fernanda Porto, Mateus Santos Fonseca, Berenice Martins Toralles

Avaliação da influência do tipo de britador nas propriedades de agregados reciclados graúdos 4346
Elaine Souza, Gabriel Marinho, Henrique Degraf, Larissa Santos, Leonardo Miranda, Vanessa Vogt

Argamassas e concretos com a adição de resíduos cerâmicos e de rochas ornamentais 4358
Reila Vargas Velasco, Larissa de Souza Viana, Marcos Martinez Silvoso

Sistemas prediais hidráulicos e sanitários

Reduções na exploração de recursos hídricos pelo emprego de tecnologias conservadoras de água: uma análise piloto em regiões residenciais do Distrito Federal 4372
Karla Alvares, Daniel Sant'Ana

Análise de configurações para implantação de um sistema predial de aproveitamento de água pluvial em edificações de um campus universitário 4386
Andreia Cristina Fonseca Alves, Renata Benfica Lima Silva, Gabriela Cristina Ribeiro Pacheco, Marcus Andre Siqueira Campos

BIM e Laser Scanning na geração de projeto "as built" de sistemas prediais hidráulicos e sanitários 4398
Letícia S. M. Araújo, Marina Sangoi de Oliveira Ilha

Avaliação econômica de sistemas de aproveitamento de água pluvial em habitações de interesse social: mapeamento da literatura 4410
Lorena Carvalho, Marcus Campos

Avaliação de desempenho de sistemas prediais de água não potável de edifícios residenciais 4425
Carolina Castilho, Lúcia Helena de Oliveira

Simulação computacional do transporte de sólidos em sistemas prediais de esgoto sanitário 4436
Liang-Yee Cheng, Lucia Helena Oliveira, Pedro Henrique Saggioratto Osello, Rubens Augusto Amaro Junior

Produtividade da mão de obra na execução dos sistemas prediais elétricos e de comunicação 4449
Thomaz de Assumpção Corsini, José Carlos Paliari

Aplicação dos sistemas de aproveitamento de água pluvial na cidade de Juiz de Fora - MG 4462
Livia Cosentino, Marcos Borges

Qualificação e quantificação de resíduos removidos do gradeamento de estações de tratamento de esgoto doméstico 4474
Patricia Erbis, Simone Fiori, Vera Maria Cartana Fernandes, Vinicius Scortegagna, Anelise Sertoli Gil, Matheus Ferreira, Luisa Dametto Vanz

Tempo de transbordamento de pavimento permeável com reservatório de brita 4489
Armando Ferreira, Marina Ilha

Modelos para a determinação das vazões em sistemas prediais de água: estado da arte 4499
Tiago de Vasconcelos Gonçalves Ferreira, Orestes Marraccini Gonçalves

Influência de sistemas individuais no dimensionamento de ETE 4511
Simone Fiori, Vera Maria Cartana Fernandes, Anelise Sertoli Gil, Vinicius Scortegagna, Matheus Ferreira, Julia Cartana Fernandes

Escopo para comissionamento de sistemas prediais 4524
Christianne dos Santos Figueiredo Ishida, Lúcia Helena de Oliveira

Subsídios para a escolha do material utilizado para instalações de gás: aço, cobre e multicamada 4535
Aline Moura, Fernanda Santos, Ubiraci Souza, Camila Kato

Proposição de ferramenta de avaliação qualitativa de projetos hidráulicos e sanitários prediais 4548
Thyago Paixão, Marcelo Silva, Ricardo Reis

Desempenho de trincheiras de infiltração de água de chuva para controle do escoamento superficial nos lotes urbanos 4561
Ricardo Reis, Marina Ilha

Pesquisa de aceitação de medidas de uso racional de água em sistemas prediais 4573
Aline R. Schroth, Taise F. Okubara, Stella M.C. Bezerra

Gestão da qualidade e abrangência da infraestrutura de saneamento básico 4591
Felipe Scolari, Vera Maria Cartana Fernandes, Simone Fiori, Vinicius Scortegagna, Matheus Ferreira, Daniela Adames, Anelise Gil

Regras de verificação e validação de modelos BIM para sistemas prediais hidráulicos e sanitários 4604
Carolina Yumi Takagaki, Lucia Helena Oliveira, Fabiano Rogério Corrêa

Avaliação de falhas em tubulações de CPVC para sistemas hidráulicos prediais de água quente por tomografia computadorizada de raios X 4616
Simone N. Taninaga, Daniel S. Sowmy, Andre Luiz G. Scabbia

Avaliação laboratorial de desempenho de bacias sanitárias de volume de descarga de 4,8 litros 4633
Isabella Valêncio, Orestes Gonçalves

Tecnologia da informação e comunicação

Medição de desempenho em empresas de construção: desenvolvimento de instrumento para avaliação de sistemas ERP 4648
Bárbara Abreu, Eduardo Luis Isatto

BIM no processo de orçamentação de um empreendimento residencial 4661
Rodrigo Bagno, Eduardo Arantes

Uso da simulação BIM 4D para apoio à gestão de processos logísticos em obras de sistemas pré-fabricados de concreto 4679
Fernanda S. Bataglin, Daniela D. Viana, Guillermina A. Peñaloza, Ana Júlia Smolinski, Carlos T. Formoso, Iamara R. Bulhões

Smart campus: proposta de aplicação de conceitos inteligentes na cidade universitária "Armando de Salles Oliveira" 4692
Luis Augusto Bertoni Strengari, Caio Muraki de Sá, Lilian Etienne Parada, Marina Seki Hellmeister, Karin Regina de Casas Castro Marins

Estudo sobre a gestão da informação no controle de qualidade de obras: uma análise da aplicabilidade da Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) 4710
Jeferson Spiering Böes, Jeferson Ost Patzlaff, Marco Aurélio Stumpf González

BIM em gerenciadoras de empreendimentos de infraestrutura 4722
Gustavo Carezzato Gonçalves, Mercia Maria Bottura de Barros, Eduardo Toledo Santos

Análise do uso de ferramentas tecnológicas nos processos e gestão de projetos por empresas do setor de construção civil 4739
Simone do A Cassilha, Bruna B Fantoni, Alfredo Iarozinski Neto

O papel da automação e da robótica na construção de edificações 4752
Fabiano Correa

Modelo associativo e design paramétrico: da subjetividade à precisão 4765
Camila Costa de Lima, Dayane Alexandre Correia, Nádia Milena Barbosa, Alexandre Márcio Toledo

Proposição de um protocolo para contratação de projetos em BIM para o mercado da construção civil nacional 4774
Diego R. G. Faria, Mercia M. S. B. Barros, Eduardo T. Santos

Verificação da aceitabilidade de ferramentas e diretrizes de modelagem propostas para um banco público brasileiro 4785
Fernanda Ferrari, Silvio Burrattino Melhado

Análise do ambiente para inovação tecnológica em um banco público brasileiro 4800
Fernanda Ferrari, Silvio Burrattino Melhado

Aplicação mobile de especificação de revestimento cerâmico, argamassas e rejuntes 4819
Júlio César Franco Jr., Nivaldo Henrique Bondança, Márcio Minto Fabrício, Kelen Almeida Dornelles

Modelagem da informação e melhoria contínua do ambiente construído: oportunidades e desafios 4834
Ana Judite Galbiatti Limongi França, Sheila Walbe Ornstein

Avaliação de um sistema baseado em jogos implantado em um canteiro de obras 4849
Regina Maria Cunha Leite, Dayana Bastos Costa, Frederico A. Durão

Modelagem da informação da construção na preservação da arquitetura moderna 4864
Cristiane Lopes Canuto, Monica Santos Salgado

Análise bibliométrica da produção brasileira de artigos científicos na área de BIM 4876
Fernanda Machado, Regina Ruschel, Sérgio Scheer

O impacto do BIM: estudo de caso em edifício residencial 4889
Marco Argentieri Mariani, Paulo Cezar Bianchi, Robert Wright, Eduardo Toledo Santos

O uso do BIM para o projeto sustentável 4910
Bárbara Holzmann Mass, Sérgio Scheer, Sérgio Fernando Tavares

A modelagem da informação da construção na gestão de espaços em instituições de ensino superior 4921
Gianine Mello, Fábio Schramm

Gestão de sistemas construtivos e de manutenção com ambientes CMS em pequenas e médias empresas construtoras 4939
Adriano Moreira, Maria Aparecida Hippert

Identificação do conhecimento acadêmico de BIM integrado ao gerenciamento de facilities 4951
Paula Mota, Regina Ruschel

Seleção de parâmetros no modelo BIM necessários à simulação energética de edificações a partir do REVIT e do Energyplus 4963
Rodrigo Pereira da Silva, Sergio Leal Ferreira

Estudo das exportações de modelos digitais produzidos no Autodesk Revit para simulações de edificações no Energyplus 4975
Gabriel R. Queiróz, Giane C. Grigoletti, Joaquim C. P. Santos

Uso da tecnologia BIM no ensino de arquitetura e urbanismo da UFES - ES 4991
Leticia Rabbi, João Luiz Calmon, Karla Conde

Relato de experiência de ensino de BIM em disciplina introdutória de curso de engenharia civil 5003
Eduardo Toledo Santos, Sergio Leal Ferreira, Fabiano Rogerio Corrêa, Brenda Chaves Coelho Leite, Maria Bernardete Barison

Os benefícios do uso do BIM no projeto da nova estação Antártica comandante ferraz 5016
Rafael Santos Fischer, Benício Daniel Hassegawa Teixeira Barreto, Dario Correa Durce, Marco Aurélio Peixe, Sérgio Scheer

O modelo evolucionário no processo de projeto: aplicações na arquitetura contemporânea 5030
Filipe Silva, Luísa Accioly, Bárbara Laurindo, Alexandre Toledo

Proposta de verificação automática dos requisitos de projeto pelo uso de ferramentas de análise BIM aplicados a norma de desempenho 5039
Flavio Silva, Eduardo Arantes

Introdução do conceito de modelagem da informação da construção apoiado na abordagem Project Based Learning (PBL) 5053
Jacqueline Vergely Fraga Ferreira, Sergio Leal Ferreira

Estudo exploratório de mapeamento 3D de canteiros de obras utilizando Veículos Aéreos Não Tripulados 5067
Juliana Álvares, Dayana Costa, Roseneia Melo, Angelo Bello

Engenharia urbana e política habitacional

A segurança contra incêndio no ambiente construído informal: uma proposta de intervenção que reduz a vulnerabilidade em relação ao risco de incêndio em favelas 5081
Luciana Alves

Aplicação do índice de compacidade às operações urbanas consorciadas do município de São Paulo 5092
Rafael Cruz, Karin Regina de Casas Castro Marins

Deficit habitacional qualitativo de Belo Horizonte: Estratégias aplicadas para melhoria das habitações existentes de baixa renda 5104
Rejane Drummond, Maria Luiza de Castro

Contribuições ao estudo da produção do espaço urbano: mobilidade descendente espacial no município de Marabá-PA 5117
Thalys Feitosa, Thaylor Martins, Antonio Nascimento

A questão urbana e a Habitação de Interesse Social: reflexões sobre a política nacional de desenvolvimento urbano 5131
Douglas Gallo, Louise Logsdon, Fábio Silva

Dinâmicas e transformações em Campinas: habitação em bairros centrais, de 2000 a 2015 5141
Viviana GonÇalves, Silvia Mikami Pina

O Programa Minha Casa Minha Vida: construindo paisagens urbanas 5152
Rosa Maria Locatelli Kalil, Adriana Gelpi, Wagner Mazetto de Oliveira, Nelita Pretto, Jaqueline Fengler

Práticas de arquitetura para famílias de baixa renda 5163
Danielle Lacerda

Análise dos eixos de estruturação da transformação urbana de São Paulo, segundo indicadores selecionados 5179
Quentin Lamour, Karin Regina de Casas Castro Marins

A locação social como alternativa para o déficit habitacional no Porto Maravilha 5197
Maíra Rocha Mattos, Angela Maria Gabriella Rossi

Integrando a paisagem natural à infraestrutura urbana através da abordagem da infraestrutura verde 5207
Silvana Rivaldo, Angela Maria Gabriella Rossi

O impacto da Operação Urbana Consorciada Água Espraiada na implantação de Habitação de Interesse Social 5217
Laura Rocha de Castro, Silvia Mikami G. Pina

O IBIS-FRS system nos programas de urbanização de favelas: o estudo de caso de Paraisópolis 5229
Francesca Sarno, Alex Kenya Abiko

As remoções para a Copa do Mundo de 2014: as diferentes percepções sobre o megaevento na cidade de Porto Alegre/RS 5245
Gabriela Silva, Adriana Portella, Gisele Pereira

Tecnologia de sistemas e processos construtivos

Sistemas construtivos industrializados para Habitação Social: análise do container como uma nova alternativa 5256
Denise Aparecida de Souza, Giusilene Costa de Souza Pinho

Levantamento de parâmetros de projeto de formas para taipa 5271
Mylla Barbosa da Frota Barreto, Camila Ajiki Lopes, Andrea Naguissa Yuba, Karina Trevisan Latosinski

Estudo de viabilidade técnica de aplicação do método de sísmica de refração para otimização de prováveis obras de ampliação de uma instituição federal de ensino 5282
Hiago Dantas, Marina Guimarães, Felipe Alves, Marina Araújo, Stella Tomé

Comparação entre dois métodos para execução de guias: utilização de componentes pré-fabricados ou moldagem por extrusão 5297
Guilherme de Albuquerque Destri, Priscilla Fernanda Rissardi Ferreira, Ubiraci Espinelli Lemes de Souza

Projeto modular de habitação emergencial com o uso de pallets e bambu 5310
Geane Talia de Almeida Lopes, Marcella Ribeiro da Costa, Marcos Vinicius Dias Ramos Guerreiro, Valeria de Cerqueira Tramontini Freitas, Jorge Daniel de Melo Moura

Arquitetura de container: reutilização para construção civil 5326
Geane Talia de Almeida Lopes, Izadora Tonin Loiola, Ana Virgínia C. F. Sampaio

Avaliação e proposta de melhoria dos projetos arquitetônico e estrutural de Habitação de Interesse Social em alvenaria estrutural - estudo de caso 5337
Elaine Guglielmi Pavei Antunes, Larissa Zappelini Corrêa, Angela Costa Piccinini, Márcio Vito, Alexandre Vargas

Diretrizes para padronização dimensional de portas utilizando os conceitos da coordenação modular 5350
Fernanda Joazeiro, Aline Barboza

Aplicabilidade de placas de fibra de bananeira na absorção sonora e isolamento acústico 5365
Diógenes Magri, Carlos Alberto Dermachi, Gilson Morales

Desempenho das edificações em light steel framing 5377
Paulo Monteiro, Douglas Barreto, Paliari José Carlos

Desempenho térmico de painel de vedação vertical externo composto por placas de madeira mineralizada em light steel framing 5389
Jocely Rosanna da Silva Nogueira, Ivan Julio Apolonio Callejas, Luciane Cleonice Durante, Ana Flávia da Silva Martins, Kellen Melo Dorileo Louzich, Karyna de Andrade Carvalho Rosseti

Influência da umidade do substrato no desempenho de sistema de impermeabilização com manta asfáltica 5401
Maressa Oliveira, Flávio Maranhão, Thiago Santos

Lajes nervuradas com blocos de EPS – utilização em obras da construção civil da região do sertão central no estado do Rio Grande do Norte 5421
Manoel Queiroz Neto, Arthur Barbosa, Francisco Florêncio, Athos Barbosa, Marcilene Nóbrega

Análise da contribuição da ABNT NBR 15.575 para a Engenharia Diagnóstica 5440
Marcus Vinicius Rosário da Silva, Mércia Maria Semensato Bottura de Barros, Jerônimo Cabral Pereira Fagundes Neto

Avaliação da inserção de inovações tecnológicas em obras de construção civil na região da Grande Vitória - ES 5453
Marcelo Cirilo Saccani, Sayonara Pinheiro, Milton Paulino da Costa Junior

Cross Laminated Timber (CLT): uma tecnologia construtiva viável no Brasil? 5467
Carla A. Silva, Maria Letícia B. Chirinéa, Mercia M. S. B. Barros

Proposta de uma família de blocos modulares com geometria diferenciada para alvenaria de vedação em Habitação de Interesse Social 5478
Fábia Silva, Bruna Rosa de Barros Barros, Emanuelle Christina Santos Magalhães Magalhães

Revestimento não-aderido: proposta de critérios de desempenho e métodos de ensaio 5492
Luiz Fernando Batista da Silva, Luciana Alves de Oliveira

Viabilidade técnica do solo-cimento autoadensável para fabricação de paredes monolíticas in loco 5505
Bruna Ramos de Souza, João Gabriel Santana Paz, Ana Paula da Silva Milani

O processo executivo de cura do concreto e a sua importância como qualificador do material 5516
Fernando Henrique Brito Vaz, Daniela Castro Silva

Construção de módulo experimental de telhado verde para realização de estudos experimentais: dificuldades e possibilidades 5529
Pedro Garrido Neto, Francis Miranda, Viviane Shan, Elaine Vazquez, Marcelo Miguez, Wiliam Romanholi

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

IMPACTOS DA ADOÇÃO DE BIM NO PROCESSO DE AVALIAÇÃO DE ENERGIA INCORPORADA E EMISSÕES DE GHGS NO CICLO DE VIDA DE EDIFICAÇÕES[1]

BARROS, Natália Nakamura (1); SILVA, Vanessa Gomes (2); RUSCHEL, Regina C. (3)

(1) PPGATC-UNICAMP, e-mail: natalianakamura.arq@gmail.com; (2) FEC-UNICAMP, e-mail: vangomes@fec.unicamp.br; (3) FEC-UNICAMP, e-mail: ruschel@fec.unicamp.br

RESUMO

A pesquisa tem como objetivo principal explicitar os impactos da adoção de BIM no processo de avaliação de ciclo de vida de edificações a partir do monitoramento de dois indicadores: energia (LCe_e) e emissões de GHGs (LCe_{ghg}) dentro do limite de sistema do berço à entrega da edificação. O método adotado é uma pesquisa comparativa entre fluxos de trabalho de avaliação de LCe_e e LCe_{ghg} com e sem emprego de BIM. A análise comparativa entre os mapas de processos revelou impactos nas atividades desenvolvidas e nas informações trocadas, já os agentes envolvidos não sofreram alterações. As atividades desenvolvidas foram reordenadas, a partir da definição da meta e do escopo da ACV no início do processo, determinando como o projeto é elaborado pelos projetistas. As informações trocadas entre os agentes também se alteram, tornando-se modelos digitais, com informações em planilhas geradas automaticamente. Deste modo, a adoção de BIM causa impactos nos processos internos e externos da organização, alterando todo o modo de pensar da construção, o modo de projetar e a interação entre os agentes envolvidos. A compreensão dos aspectos impactados na integração de ACV e BIM, permitirá à equipe verificar, decidir e planejar as modificações fundamentais para implementação de BIM.

Palavras-chave: ACV. BIM. Integração.

ABSTRACT

The research aims to explain the impact of the adoption of BIM in the process of assessing partial lifecycle (cradle to keys) embodied energy (LCe_e) and GHG emissions (LCe_{ghg}) of buildings. The method adopted is a comparative survey between traditional and BIM-supported LCe_e / LCe_{ghg} workflows. The comparative analysis of the process maps revealed impact on the activities developed and on the information exchanged, since the agents involved have not changed. The activities were reordered from the LCA scope definition at the beginning of the process, determining how the designers developed the BIM project. Information exchanged among the agents also change and become digital models with information in automatically generated spreadsheets. Adopting BIM therefore impacts internal and external processes of the organization, changing the overall understanding of the design process and interaction between the actors involved. Acknowledging the aspects affected by the integration of LCA and BIM enables the team to properly verify, decide and plan for fundamental changes for implementing BIM.

***Keywords**: LCA. BIM. Integration.*

[1] BARROS, Natália Nakamura; SILVA, Vanessa Gomes; RUSCHEL, Regina C.. Impactos da adoção de BIM no processo de avaliação de energia incorporada e emissões de GHGs no ciclo de vida de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

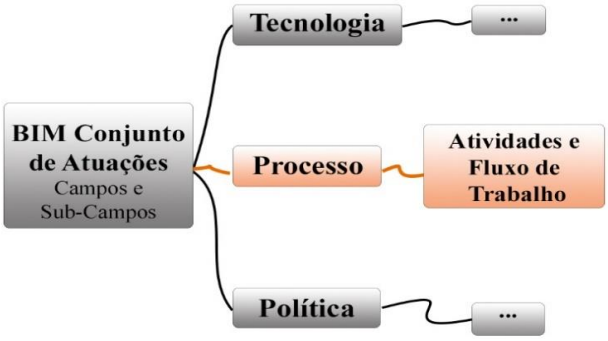
A avaliação de ciclo de vida (ACV) é uma técnica para contabilização de impactos de produtos e processos ao longo do seu ciclo de vida, isto é: desde a extração de matéria-prima, passando por produção, uso e disposição. No Brasil, a ACV foi normatizada pela NBR ISO 14040: gestão ambiental, avaliação do ciclo de vida - princípios e estrutura e NBR ISO 14044: gestão ambiental, avaliação do ciclo de vida - requisitos e orientações (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009).

A quantificação dos impactos ambientais do projeto para ACV é dificultada principalmente devido à falta de informações sobre os materiais que são armazenados no banco de dados e por falhas de interoperabilidade entre as ferramentas de projeto e ferramentas que permitem as análises do ciclo de vida completo dos edifícios (BASBAGILL et al., 2013; DIAZ; ANTON, 2014; JRADE; JALAEI, 2013). Além disso, um dos maiores problemas da ACV convencional é o longo tempo consumido (DIAZ; ANTON, 2014).

Os impactos ambientais de uma edificação são determinados principalmente a partir de decisões tomadas nos estágios iniciais de projeto (BASBAGILL et al., 2013; DIAZ; ANTON, 2014; KULAHCIOGLU et al., 2012), porém as ferramentas de avaliação são usadas *depois* que o projeto da edificação está completo e, portanto, as decisões corretivas são caras e difíceis de implementar (DAWOOD et al., 2009).

Neste sentido, modelos de informação em BIM podem fornecer várias vantagens, dada a riqueza da informação sobre os objetos necessária para executar analises energéticas e outras análises ambientais (EASTMAN et al., 2014). Um modelo BIM contém a geometria exata e os dados relevantes, necessários para dar suporte à construção, à fabricação e ao fornecimento de insumos necessários para a realização da construção (EASTMAN et al., 2014). Ele pode ser uma ferramenta importante na obtenção de edifícios sustentáveis e oferece benefícios em todas as fases do ciclo de vida de um projeto de construção (BECERIK-GERBER; KENSEK, 2010). BIM é definido como "[...] um conjunto interrelacionado de políticas, processo e tecnologias" (SUCCAR, 2009, p.357). A pesquisa atual situa-se no campo do processo, no sub-campo de atividades e fluxos de trabalho, conforme demonstra a Figura 1.

Figura 1 – Campo de atuação BIM adotado na pesquisa

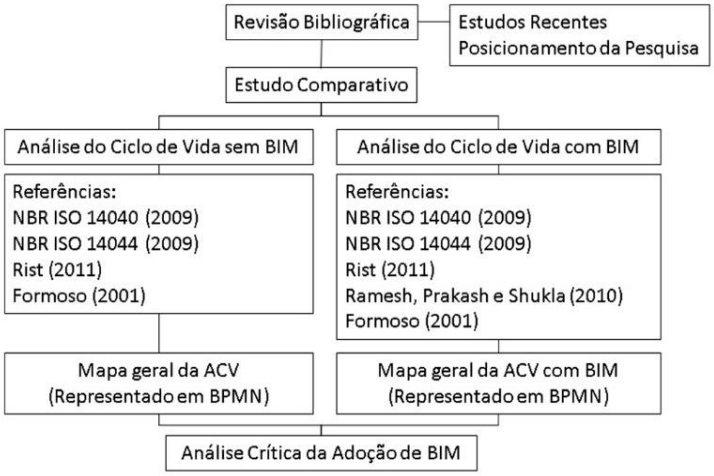


Fonte: adaptado de Succar (2009)

O objetivo do presente artigo é explicitar os impactos da adoção de BIM no processo de avaliação de ciclo de vida de edificações a partir do monitoramento de dois indicadores: energia (*life cycle embodied energy* - LCe_e) e emissões de gases efeito estufa (*life cycle embodied greenhouse gas emissions* - LCe_{ghg}) incorporadas dentro do limite de sistema do berço às chaves. Para tanto, foi realizada uma pesquisa comparativa através do desenho de mapas de processo de avaliação destes dois indicadores, com e sem adoção de BIM.

Para tanto, a pesquisa foi realizada em duas etapas. Inicialmente, uma revisão sistemática de literatura (RSL) permitiu identificar, avaliar e interpretar os estudos atuais e relevantes na interseção dos campos de BIM e ACV; posicionar esta contribuição e auxiliar no desenvolvimento dos fluxos de trabalho de ACV estudados. Concluída a RSL, procedeu-se a segunda etapa da pesquisa, centrada na pesquisa comparativa entre fluxos de trabalho de ACV com e sem auxílio de BIM, tomando como objeto um processo de planejamento de execução de projeto BIM para avaliação do consumo de energia incorporada do berço à entrega de uma edificação (Figura 2).

Figura 2 – Esquema no método utilizado na pesquisa



Fonte: O autor

2 ETAPA 1 | IDENTIFICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ESTUDOS RECENTES SOBRE INTEGRAÇÃO DE BIM E ACV

A revisão sistemática de literatura (RSL), proposta por Kitchenham e Charters (2007), é uma forma de estudo secundário que utiliza um protocolo bem-definido para identificar, analisar, e interpretar todas as evidências disponíveis relacionadas a uma questão de pesquisa definida, de forma que seja livre de tendências e, na extensão possível, reprodutível.

A estratégia de pesquisa adotada na RSL realizada foi a busca em bases de dados digitais relevantes na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC), de artigos contendo BIM e LCA (*Life Cycle Assessment*) em seus resumos. As bases consultadas foram Engineering Village, Web of Science, Avery, ASCE Library e IEEE Explorer. O critério de exclusão foi o ano de

publicação da norma brasileira de ACV (2009), a fim de prevalecer a atualidade da revisão. Artigos anteriores foram excluídos.

Esta busca inicial retornou dezoito resultados, dos quais seis foram excluídos por se trataram de repetições de um mesmo trabalho em diferentes bases de dados, e outros quatro, devido à impossibilidade de acesso aos textos. Um novo filtro foi aplicado através de uma estratégia de extração de dados, compreendendo: Autor, Ano, Objetivo, Método, Desenvolvimento, Resultados, Conclusão e Considerações Finais. Com isso, verificou-se que dois artigos abordavam ACV ou BIM isoladamente, sem o desejado foco conjunto nos dois temas, e foram também excluídos da análise.

Dawood et al. (2009) realizaram pesquisa bibliográfica com o objetivo de fornecer uma visão global do conhecimento e tecnologias na área de BIM/ACV. E perceberam: que as ferramentas de avaliação atuais são usadas somente depois que os edifícios são totalmente projetados e, portanto, as decisões corretivas são caras e difíceis de implementar; e que as ferramentas podem ser usadas para detectar e calcular o consumo de energia, mas nem sempre como um método para reduzi-lo.

Diaz e Anton (2014) também realizaram pesquisa bibliográfica na área e perceberam que um dos maiores problemas da ACV convencional é o longo tempo consumido e que, por isso, deveria haver um link entre o modelo BIM e a base de dados ACV. Num primeiro momento, algumas informações de parâmetros ambientais poderiam ser inclusas nos objetos BIM. Neste caso, o projetista poderia considerar aspectos ambientais durante o processo de escolha dos materiais.

Jrade e Jalaei (2013) apresentaram uma metodologia de integração entre BIM e ACV, através do desenvolvimento de um modelo que incorpora um banco de dados no qual as informações sobre materiais sustentáveis são armazenadas e ligadas a um módulo BIM, juntamente com um módulo de ACV e um módulo de certificação e custo. A pontuação que o material pode obter através da certificação LEED pode ser adicionada à biblioteca BIM, possibilitando ao projetista a escolha do material menos impactante. O modelo proposto não é totalmente automatizado, pois os usuários ainda têm que fazer algumas etapas manualmente, tais como a ligação do banco de dados dos materiais, vinculando informações do modelo com as ferramentas de ACV, e para os cálculos de estimativa de custos.

Kulahcioglu et al. (2012) desenvolveram um protótipo de software para integrar BIM e ACV. O arquivo IFC foi exportado para o programa BLENDER, que permite a programação em Python, porém apenas informações referentes à geometria do modelo foram exportadas e, para uma ACV completa, mais dados são necessários. O protótipo BIM-ACV desenvolvido permitiu atenuar alguns problemas da ACV, tais como a consistência dos dados e compatibilidade entre projetos.

Ao desenvolverem um método para integrar um software BIM (Dprofiler) com software de ACV (SimaPro), de simulação energética (eQUEST) e de análise de sensibilidade (ModelCenter), Basbagill et al. (2013) verificaram que o

único software que permite a exportação direta de um modelo BIM é o eQUEST, enquanto todos os demais não possuem interoperabilidade com software BIM.

Finalmente, Stadel et al. (2011) discutiram a experiência de combinar BIM e ACV em disciplinas da graduação e pós-graduação na Universidade de Drexel. Os estudantes utilizaram software BIM (Revit) e um software de ACV (SimaPro 7), bem como os plug-ins Green Building Studio (GBS) e Integrated Environmental Solutions Virtual Environment Revit (IES-VE). Alguns dos desafios de combinar ferramentas de software incluem agregação de dados e erros de transferência na exportação de dados de um modelo para outro. Os autores concluíram que, apesar de a ferramenta BIM agilizar a execução da ACV, através da extração de quantitativos de materiais a partir do modelo BIM, os resultados da comparação entre as emissões de GHGs estimadas pelos plug-ins GBS e IES-VE mostraram inconsistências.

3 ETAPA 2 | DESENHO COMPARATIVO DE FLUXOS DE TRABALHO

A pesquisa comparativa entre fluxos de trabalho de ACV com e sem auxílio de BIM, tomou como base o desenvolvimento de um processo de planejamento de execução de projeto BIM para avaliação do consumo de energia incorporada do berço à entrega da edificação (*cradle to keys*). Para tal, realizou-se revisão bibliográfica a fim de embasar no desenvolvimento dos fluxos de trabalho, apresentados através da notação BPMN (*Business Process Model and Notation)* que consiste em uma notação gráfica desenvolvida pelo Object Management Group (OMG) que tem como objetivo fornecer uma notação gráfica padrão e compreensível por todos os agentes interessados (OBJECT MANAGEMENT GROUP, 2011).

Para o desenho do mapa geral da ACV foram utilizadas as fases normatizadas pelas NBR ISO 14040 e NBR ISO 14044 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009), sendo estas: objetivo e definição do escopo, análise de inventário, avaliação de impacto e interpretação; um fluxograma detalhado das etapas da ACV, com foco na coleta de dados de inventário, proposto por Rist (2011, p.26) e os agentes integrantes do processo de projeto, apontados por Formoso (2001).

Para o desenho do mapa geral da ACV *com a adoção de BIM*, utilizou-se o mapa de processo para Análise do Custos (*Life Cycle Cost* – LCC) do ciclo de vida baseado em BIM, representado em BPMN, proposto por Rist (2011, p.109). Este mapa foi adaptado para a avaliação do consumo de energia incorporada do berço à entrega da edificação, a partir das NBR ISO 14040 e NBR ISO 14044 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009), da tabela proposta por Ramesh, Prakash e Shukla (2010), que explicita as fontes dos dados necessários para a realização de uma ACV, e mantidos os agentes integrantes do processo de projeto, como proposto por Formoso (2001).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 3 apresenta o fluxo de trabalho de um processo de projeto *sem avaliação de energia e emissões GHG incorporadas ao longo do ciclo de vida da edificação*. Num primeiro momento, o cliente solicita o projeto ao projetista, que geralmente é o arquiteto, passando os requisitos necessários para o seu desenvolvimento. Formoso (2001, p.65) mostra em seu fluxograma que após o desenvolvimento do projeto arquitetônico 2D, este é passado para os engenheiros civil, elétrico, hidráulico e outros projetistas, para que cada um elabore o seu respectivo projeto. Após uma análise inicial de compatibilidade entre projetos, o projeto executivo é então passado ao analista ACV, que realiza a avaliação com base nas informações coletadas nos documentos de projeto.

O analista primeiramente estabelece o objetivo e define o escopo da ACV. Assim, procede-se à etapa de Análise de Inventário do Ciclo de Vida (ICV). O analista realiza a coleta de dados a partir dos projetos 2D. Estes dados são validados, relacionados por unidade de processo e agregados. A coleta de dados pode ser um processo que demanda muitos recursos. De acordo com a NBR ISO 14044 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009), a análise de inventários é um processo interativo, pois à medida que dados são coletados e se amplia o conhecimento sobre o sistema, novos requisitos ou limitações dos dados podem ser identificados, requerendo mudança nos procedimentos de coleta de dados, de modo que os objetivos do estudo possam ainda ser satisfeitos. A partir desta coleta, é realizada a avaliação de impacto do ciclo de vida (AICV), que tem como objetivo estudar a significância dos impactos ambientais potenciais, utilizando os resultados do ICV.

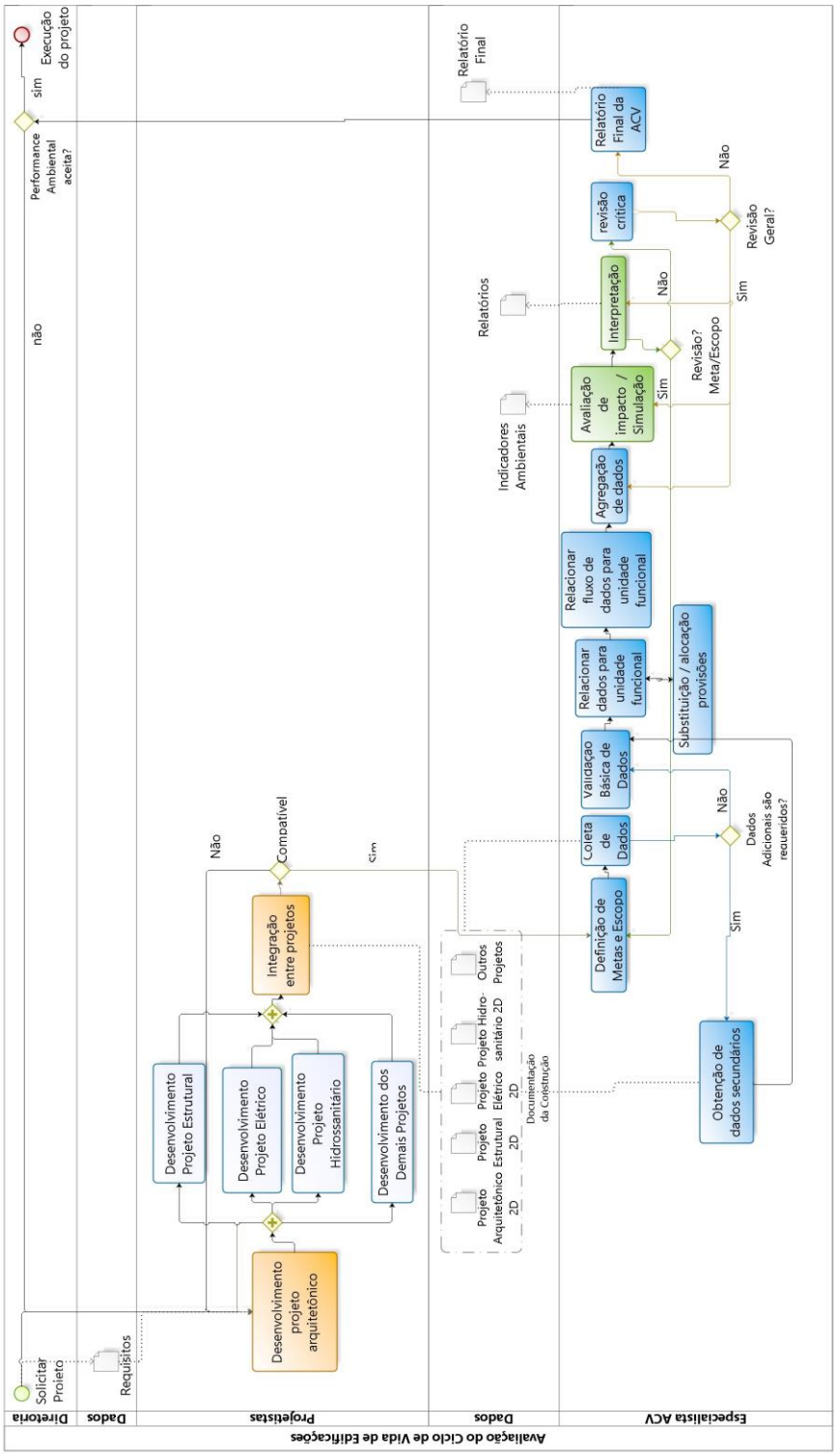
Procede-se, então, à interpretação dos resultados. Caso se verifique a necessidade de revisão da meta ou escopo, a ACV volta ao início da avaliação. Caso contrário é feita uma revisão crítica, em que verifica-se a necessidade de revisão dos resultados, cálculos, interpretação ou relatório. Caso haja a necessidade de revisão em qualquer um destes pontos, o processo retorna ao ponto referido; caso contrário, o relatório final da ACV é emitido e encaminhado ao cliente. Se o desempenho ambiental não for aceito, o projeto retorna ao arquiteto para revisão. Do contrário, avança-se para a etapa de execução (RIST, 2011).

Já no fluxo de trabalho apresentado na Figura 4, as metas e usos do BIM para ACV são determinadas logo no início do processo de projeto e repassadas para o time de projeto, que gera modelos de informação integrada. Cada agente do time de projeto elabora o seu respectivo modelo e planilha com as informações necessárias para a realização da ACV, de acordo com a meta e o escopo anteriormente definidos.

O projeto BIM é então encaminhado para o analista ACV, que extrai dos modelos e planilhas todos os dados necessários para a avaliação do consumo de energia incorporada do berço à entrega da edificação, sendo estes: os quantitativos de materiais de construção, distâncias médias de

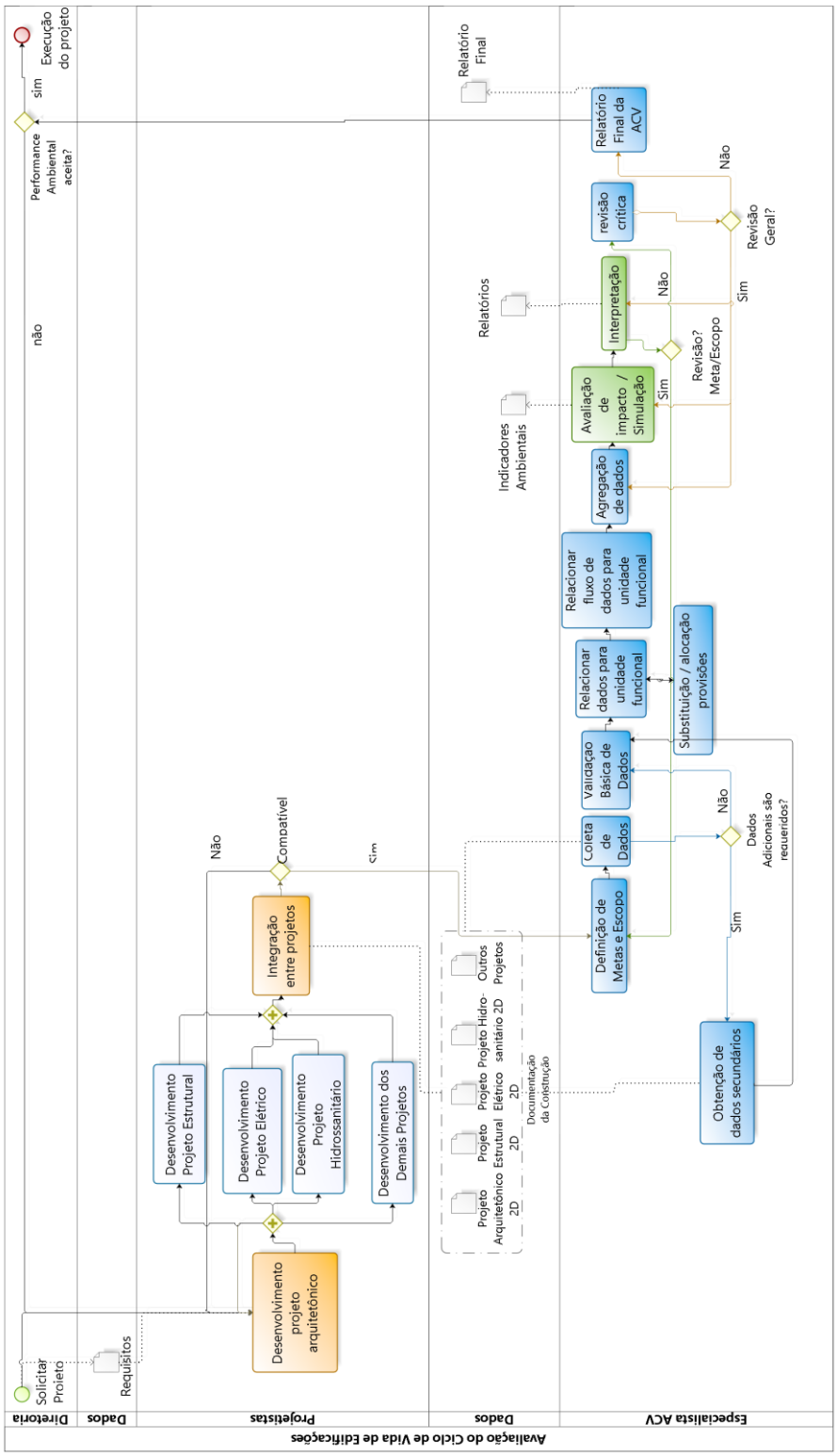
transportes de materiais e energia utilizada durante a etapa de construção (RAMESH; PRAKASH; SHUKLA, 2010; GOMES, 2014). Logo após, é feita a validação básica de dados, que são relacionados por unidade de processo e agregados.

Figura 3 – Fluxo de trabalho de avaliação de (energia e emissões GHG) incorporadas no) ciclo de vida de edificações



Fonte: O autor

Figura 4. Fluxo de trabalho de avaliação de energia incorporada no ciclo de vida de edificações com adoção de BIM (BIM4LCA)



Fonte: O autor

A partir da avaliação de impactos, chega-se aos resultados da ACV e, de sua interpretação, ao relatório da avaliação (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2009). Nesta etapa, caso haja a necessidade de revisão

da meta ou escopo, retorna-se ao time de projeto, para sua adaptação de acordo com a revisão proposta. Caso contrário, o processo segue para a revisão crítica, quando verifica-se a necessidade de revisão dos resultados, cálculos, interpretação ou relatório. Se necessário, o processo retorna ao ponto de revisão; caso contrário procede-se à execução do relatório final da ACV (RIST, 2011).

O relatório final da ACV é então repassado ao cliente. Se o relatório for aceito, procede-se ao desenvolvimento do projeto. Do contrário, retorna ao time de projeto, que novamente adapta o projeto até que seja alcançado o desempenho esperado.

5 CONCLUSÃO

Esta pesquisa soma-se aos trabalhos que buscam integrar BIM e ACV, proporcionando uma contribuição teórica para o tema em questão e auxiliando no desenvolvimento de novas pesquisas nesta área.

A Revisão Sistemática de Literatura desenvolvida revelou que do total de 18 artigos encontrados, apenas seis abordavam ACV e BIM conjuntamente. Dawood et al. (2009) e Diaz e Anton (2014) realizaram pesquisa bibliográfica na área e perceberam que a integração entre BIM e ACV ainda que desejável não é completa. Basbagill et al. (2013) discutiram sobre a interoperabilidade entre softwares, Stadel et al. (2011) discutiram a experiência em disciplinas de graduação e de pós-graduação, e Kulahcioglu et al. (2012) e Stadel et al. (2011) propuseram a criação de novos artefatos.

Destes seis artigos selecionados, quatro trataram de tentativas de integração entre ACV e BIM e os demais realizaram pesquisa bibliográfica na área. Apesar de BIM mostrar-se uma ferramenta inovadora e que pode facilitar o processo de avaliação do ciclo de vida de edificações, todos os estudos realizados verificaram que a integração entre BIM e ACV, ou é inexistente, ou ainda apresenta muitos desafios. Isto revela que o tema é tão promissor quanto incipiente.

O desenvolvimento de mapa de processo em ACV com adoção do BIM evidenciou os pontos em que BIM pode impactar e auxiliar na avaliação de energia incorporada em parte do ciclo de vida (*cradle to keys*) de edificações. Os principais impactos da adoção de BIM na avaliação de energia incorporada e emissão de GHGs no ciclo de vida de edificações estão no processo de projeto em si e no procedimento de coleta de dados para ACV, particularmente no reordenamento das atividades desenvolvidas e na adição e alteração das informações trocadas, já os agentes envolvidos não sofreram alterações.

Em sua forma atual, no fluxo de trabalho de avaliação de energia e emissões GHG incorporadas no ciclo de vida de edificações, os processos de projetar e de realizar a ACV desenvolvem-se isoladamente: o projeto é elaborado pela equipe de projeto, que geralmente não considera a ACV desde as

etapas iniciais. Depois, este é passado para o analista ACV, que muitas vezes possui grande dificuldade na extração de informações devido à falta de compatibilidade entre os projetos e à falta de informações fundamentais para a realização da ACV.

Já no fluxo de trabalho da mesma avaliação *com adoção de BIM* (BIM4LCA), os modelos de informações já são gerados de acordo com as metas e os objetivos da ACV, previamente estabelecidos desde a concepção do projeto. Como o time de projeto pode trabalhar de forma integrada, a extração automática de dados para a ACV torna-se potencialmente mais precisa e consistente. A aplicação do mapa de processo BIM4LCA, desenvolvido neste estudo, permite ao projetista analisar o impacto ambiental de decisões de projeto a partir de uma visão integrada e que abrange todo o ciclo de vida da edificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela CAPES.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14044**: Gestão ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Requisitos e orientações. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

BASBAGILL, J.; FLAGER, F.; LEPECH, M.; FISCHER, M. Application of life-cycle assessment to early stage building design for reduced embodied environmental impacts. **Building and Environment**, v. 60, p. 81–92, 2013.

BECERIK-GERBER, B.; KENSEK, K. Building Information Modeling in Architecture, Engineering, and Construction: Emerging Research Directions and Trends. Journal of **Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 136, n. 3, p. 139–147, 2010.

DAWOOD, S.; LORD, R.; DAWOOD, N. Development of a visual whole life-cycle energy assessment framework for built environment. , **Proceedings**…Winter Simulation Conference. p.2653–2663, 2009.

DIAZ, J.; ANTON, L. Sustainable Construction Approach through Integration of LCA and BIM Tools. **Computing in Civil and Building Engineering**. p.283–290, 2014.

EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM**: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores. Tradução: AYRES FILHO, C. G.; CÉSAR JÚNIOR, K. M.; FERREIRA, R.C.; FERREIRA, S.L.– Porto Alegre: Bookman, 2014.

FORMOSO, C. T. (org.). **Gestão da Qualidade na Construção Civil**: estratégias e melhorias de processos em empresas de pequeno porte: relatório de pesquisa, Editoração. [de] Denise Pithan. -- Porto Alegre: UFRGS/PPGEC/NORIE, 2001.

JRADE, A.; JALAEI, F. Integrating building information modelling with sustainability to design building projects at the conceptual stage. **Building Simulation**, v. 6, n. 4, p. 429–444, 2013.

GOMES, V.; SAADE, M.R.M. ; LIMA, B. W. F. ; MININEL, L. S. ; SILVA, M. G. . Life beyond operational stage: exploring lifecycle zero energy definitions. In: iSBE Net Zero Built Environment 2014 Symposium, 2014, Gainesville - FL. **Proceedings**... iSBE Net Zero Built Environment 2014 Symposium. Gainesville - FL: University of Florida, Powell Center for Construction & Environment, 2014. v. 1. p. 499-517.

KITCHENHAM, B.; CHARTERS, S. **Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering**. UK, 2007.

KULAHCIOGLU, T.; DANG, J.; TOKLU, C. A 3D analyzer for BIM-enabled Life Cycle Assessment of the whole process of construction**. Hvac&R Research**, v. 18, n. 1-2, p. 283–293, 2012.

OBJECT MANAGEMENT GROUP. **Business Process Model and Notation** (BPMN) - version 2.0. [s.l.] OMG, 2011.

RAMESH T.; PRAKASH, R.; SHUKLA, K.K. Life cycle energy analysis of buildings: An overview. **Energy and Buildings**, v. 42, p. 1592–1600, 2010.

RIST, T. A path to BIM-based LCA for whole-buildings. **Master**, Spring: Norweigan University of Science and Technology, 2011.

STADEL, A.; EBOLI, J.; RYBERG, A.; MITCHELL, J.; SPATARI, S. Intelligent sustainable design: Integration of carbon accounting and building information modeling. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, v. 137, n. 2, p. 51–54, 2011.

SUCCAR, B. Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders**. Automation in Construction**, v. 18, n. 3, p. 357–375, 2009.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

EMPREGO DO SINAPI PARA QUANTIFICAÇÃO DE EMISSÕES DE CO_2: ESTUDO DE CASO PARA O CHAPISCO EM UMA HABITAÇÃO UNIFAMILIAR[1]

CALDAS, Lucas (1); CALDEIRA, Débora (2); SPOSTO, Rosa (3); PAULSE, Pablo (4); CARVALHO, Michele (5)

(1) COPPE/UFRJ, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com; (2) UnB, e-mail: dmcaldeira19@gmail.com; (3) UnB, e-mail: rmsposto@unb.br; (4) UFG, e-mail:pablo.paulse@gmail.com; (5) UnB, e-mail: micheletereza@gmail.com

RESUMO

A avaliação dos impactos ambientais da construção civil pode ser feita por meio da utilização de indicadores tais como, energia incorporada e emissões de dióxido de carbono (CO_2) aplicando a metodologia de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV). O Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices (Sinapi) serve como balizador oficial de quantitativos e custos para obras executadas com recursos federais, permitindo estimar o consumo de diversos serviços que fazem parte do processo de produção de edificações. Sabendo disso, foi empregada a metodologia de avaliação do ciclo de vida de emissões de CO_2 ($ACVCO_2$) em conjunto com as composições do Sinapi. Foi utilizada a composição do chapisco aplicada a um projeto real de uma habitação. Foi possível prever a quantidade de emissões de CO_2 para diferentes tipos de chapisco. O chapisco rolado preparado no misturador foi a opção que apresentou menor quantidade de emissões de carbono, enquanto o chapisco convencional rodado na betoneira apresentou o maior valor. Ao final, é sugerido que nas composições do Sinapi esteja presente um coeficiente ambiental, que mostre as emissões ou consumo de recursos como, por exemplo, água e energia, por unidade produzida, subsidiando a escolha do projetista ou construtor de composições mais sustentáveis.

Palavras-chave: Sinapi. Chapisco. CO_2.

ABSTRACT

The environmental assessment of construction sector impacts can be made by indicators such as as embodied energy and carbon dioxide (CO_2) emissions applying Life Cycle Assessment (LCA) methodology. The "Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices" (Sinapi) can be used as an official tender of quantitative and costs for works executed with Federal resources, allowing to estimate the consumption of various services of process that make part of buildings production. Knowing that, the life cycle CO_2 emissions ($LCCO_2$) was applied together with Sinapi. For this, it was used the roughcast composition applied to a real project of a unifamiliar house. It was possible to provide the CO_2 emissions for different types of roughcast. The rolled roughcast with the mortar mixer presented the least CO_2 emissions, while the conventional roughcast with the concrete mixer presented the great value. In the end, it was suggested that the Sinapi compositions should came with environmental coefficients, which show, for example, resource, water, energy consumption and emissions,

[1] CALDAS, Lucas.; CALDEIRA, Débora.; SPOSTO, Rosa.; PAULSE, Pablo.; CARVALHO, Michele. Emprego do Sinapi para quantificação de emissões de CO_2: estudo de caso para o chapisco em uma habitação unifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

by unit produced, subsidizing the choice of more sustainable compositions made by the designers and constructors.

***Keywords**: Sinapi. Roughcast. CO_2.*

1 INTRODUÇÃO

O Sinapi - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices foi criado em 1969 pelo Banco Nacional de Habitação – BNH - em parceria com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Em 1986, com a extinção do BNH, a Caixa Econômica Federal passou a ser responsável pelo Sinapi (TANNENBAUM; OLIVEIRA, 2014).

Ainda, segundo os mesmos autores, o Sinapi pode ser considerado uma ferramenta de fácil uso, tanto para construtores, como para fornecedores e desenvolvedores de processos construtivos. Pode ser utilizado para estudar a viabilidade e balizar decisões quanto ao processo a ser empregado, buscando a otimização de recursos na construção de edificações.

Outra vantagem é a possibilidade de previsão do consumo de materiais e componentes para dado processo construtivo, relacionado aos custos e o prazo das atividades realizadas. No entanto, pode ter outra utilidade, como por exemplo, auxiliar na mensuração de alguns indicadores ambientais e potenciais impactos ambientais.

Espera-se que a mensuração e utilização de indicadores ambientais, como: consumo de água, energia, geração de resíduos, emissões de dióxido de carbono (CO_2) e etc., torne cada vez mais frequente, visto que muitos países buscam formas para atingir um desenvolvimento mais sustentável.

A construção civil é apontada como um dos setores responsável por consideráveis impactos ambientais, principalmente relacionados à produção do cimento. Este é o material artificial de maior consumo no mundo (AGOPYAN; JOHN, 2011), utilizado principalmente na produção de concreto e revestimentos argamassados.

No Brasil, grande parte dos revestimentos utilizados são argamassados, compostos por chapisco, emboço, reboco ou camada única (ALVES, 2002). Os revestimentos argamassados contribuem de forma significativa para os impactos ambientais do setor da construção, devendo assim, merecer uma atenção especial nos estudos relacionados à sustentabilidade ambiental.

Neste contexto, o presente trabalho teve os seguintes objetivos específicos: (1) quantificação das emissões de CO_2 para quatro especificações de chapisco disponíveis no Sinapi (convencional rodado na betoneira, convencional rodado no misturador, rolado rodado na betoneira e rolado rodado no misturador); (2) comparação dos chapiscos analisados em um projeto de uma habitação unifamiliar; (3) proposição de indicadores ambientais nas composições do Sinapi.

2 CHAPISCO E AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE EMISSÕES ($ACVCO_2$)

Segundo a NBR 13529 (ABNT, 2013), o chapisco é a camada de preparo da base, aplicada de forma continua ou descontinua, com a finalidade de uniformizar a superfície quanto à absorção e melhorar a aderência do revestimento.

Os substratos onde o chapisco será aplicado difere quanto à porosidade e rugosidade, o que exige a homogeneização da base, permitindo a adequada aplicação da argamassa de revestimento. Eles podem ser classificados quanto a dois parâmetros: materiais componentes (cimento, agregado e água), denominados de convencionais, ou acrescidos de polímeros, denominados modificados; e forma de aplicação/técnica utilizada, com colher, rolado, desempenado ou projetado (TANNENBAUM; OLIVEIRA, 2014).

De acordo com Nakamura (2013) existem três tipos principais de chapisco: convencional industrializado e rolado. O primeiro consiste no lançamento vigoroso de uma argamassa fluida sobre a base com uma colher de pedreiro, resultando no final em uma textura rugosa, aderente e resistente.

O segundo é usualmente aplicado sobre estruturas de concreto, com argamassa industrializada e aplicado com desempenadeira denteada. O terceiro emprega argamassa fluida obtida a partir da mistura de cimento e areia, com adição de água e aditivo. Pode ser aplicado tanto na estrutura como na alvenaria utilizando o rolo para textura acrílica.

A escolha do tipo de chapisco a ser aplicado dependerá de diferentes critérios, como por exemplo, custo, produtividade, qualidade, disponibilidade, logística e outras características do projeto. Os critérios citados são os mais difundidos no setor da construção civil, no entanto, com a cobrança cada vez mais intensa de medidas a serem tomadas relacionadas aos impactos ambientais, espera-se que critérios relacionados a estes impactos se tornem cada vez mais importantes ou até obrigatórios, como já é verificado em casos que se busque certificações ambientais de edificações como o LEED e AQUA.

Entre os impactos ambientais existentes, o aquecimento global é considerado em muitos países o principal desafio ambiental (AGOPYAN; JOHN, 2011). Desta forma, a quantificação de emissões de CO_2 de materiais, componentes, sistemas e edificações, é fundamental, visto que este gás é considerado o principal causador deste impacto ambiental (GOLDEMBERG, 2010).

Uma forma de quantificar as emissões de CO_2 é a Avaliação do Ciclo de Vida de Emissões de CO_2 ($ACVCO_2$). Segundo Chau *et al.* (2015), a $ACVCO_2$ pode ser definida como uma metodologia de quantificação e avaliação das emissões de CO_2 geradas em todas as etapas envolvidas ao longo do ciclo de vida de um material, componente, sistema, edificação ou processo.

A aplicação da $ACVCO_2$ é uma forma de avaliação ambiental que já vem sendo empregada em diversos estudos no setor da construção civil,

nacionais como o de Costa (2012), que avaliaram as emissões de CO_2 para materiais de construção. Pereira (2014) avaliou as emissões para o sistema de cobertura, enquanto Taborianski e Prado (2012) e Caldas *et al.* (2015) tiveram como objeto de estudo as edificações.

Em relação aos estudos internacionais, Park *et al.* (2014) avaliou as emissões de CO_2 para estruturas de concreto armado; e Atmaca e Atmaca (2015), e Wen *et al.* (2015) aplicaram a $ACVCO_2$ para edificações.

3 METODOLOGIA

3.1 Seleção dos chapiscos e argamassas

Na página virtual da Caixa Econômica Federal (CAIXA, 2015), nos itens sequenciais: "Poder Público", "Apoio ao Poder Público" e "Sinapi" são disponibilizados cadernos técnicos de composições de diversos serviços, como o de chapisco, massa única, emboço, revestimento de gesso e etc., como também a composição de materiais utilizados nos serviços como, por exemplo, a argamassa.

No presente trabalho, foram utilizados os cadernos técnicos de composição do Chapisco (CAIXA, 2015b) e Argamassa (CAIXA, 2015a). Foram selecionados chapiscos a serem aplicados na estrutura das paredes internas, sendo que foram comparados quatro serviços:

- Chapisco convencional (aplicado com colher de pedreiro) rodado na betoneira (código: 87879);
- Chapisco convencional (aplicado com colher de pedreiro) rodado no misturador (código: 87880);
- Chapisco rolado (aplicado com rolo) rodado na betoneira (código: 87874);
- Chapisco rolado (aplicado com rolo) rodado no misturador (código: 87875).

De posse da especificação dos chapiscos, foram pesquisadas as argamassas indicadas na composição no caderno técnico de argamassas. Para o chapisco convencional foi utilizada a argamassa de traço 1:3 e para o rolado, as argamassas de traço 1:4.

3.2 Seleção dos chapiscos e argamassas

Para a quantificação das emissões de CO_2, foi utilizada a avaliação do ciclo de vida de emissões de CO_2 ($ACVCO_2$) de forma adaptada às composições do Sinapi.

No escopo do presente estudo foram contabilizadas as emissões de CO_2 das etapas de extração e processamento dos materiais, também chamado de CO_2 incorporado (ECO_2I) e as emissões dos equipamentos de mistura

empregados para aplicação do chapisco, a betoneira e o misturador (ECO_2E).

Os valores encontrados foram somados para a obtenção das emissões totais (ECO_2TOT). Foi adotada a unidade funcional como 1 m² de parede. A etapa de transporte não foi considerada.

Para a quantificação da ECO_2I foram utilizados dados obtidos da literatura nacional (Quadro 1).

Quadro 1 – Dados de emissões de CO_2 dos materiais

Fontes	**Cimento ($KgCO_2/kg$)**	**Areia ($KgCO_2/kg$)**	**Adesivo resina estireno-butadieno – SBR ($KgCO_2/kg$)**	**Energia Elétrica – Brasil ($KgCO_2/MJ$)**
Costa (2012)	0,631	0,07	-	-
Taborianski e Prado (2012)	0,67	-	-	-
Silva (2013)	0,58	-	0,74	-
Souza (2013)	-	-	-	-
CBCS (2014)	0,63		-	-
Silva e Silva (2015)	0,37	0,01	-	-
BEN (2015)	-	-	-	0,036
Média	0,58	0,04	0,74	0,036

Fonte: Os autores

Para o adesivo polimérico utilizado no chapisco foi adotado emissões provenientes da borracha, visto que segundo dados de um fabricante reconhecido, ele é composto por fibras de SBR (Borracha de Butadieno Estireno) e não foi encontrado na literatura dados específicos para o SBR.

A partir das composições do chapisco e argamassa, apresentados no Quadro 2, os materiais utilizados foram quantificados e convertidos em massa (kg) por m².

O cálculo do consumo de eletricidade foi realizado a partir das potências dos equipamentos multiplicadas pelas horas de funcionamento (coeficiente operário, retirados do Sinapi). De posse do consumo de eletricidade foram encontradas as emissões de CO_2 com base no valor médio de emissões de carbono geradas na produção de eletricidade no Brasil, de 0,036 $kgCO_2/MJ$, obtido do BEN (2015).

Quadro 2 – Dados de emissões de CO_2 dos materiais

Tipos de chapisco e local de aplicação		**Composição Serviço do Sinapi**						
Serviço	Local de Aplicação	Código Serviço	Coef. Material (kg ou m³/un)	Código Material	Coef. Operário 1(h/un)	Coef. Material 1 (kg ou m³/un)	Coef. Material 2 (kg ou m³/un)	Coef. Material 3 (kg ou m³/un)
Chapisco convencional rodado na betoneira	Estrutura e paredes internas	87879	Argamassa (m³/m²)	87313	Operador (h/m³)	Areia Grossa (m³/m³)	Cimento (kg ou kg/m³)	-
			0,0042		4,28	1,06	405,75	0
Chapisco convencional rodado no misturador	Estrutura e paredes internas	87880	Argamassa (m³/m²)	87353	Operador (h/m³)	Areia Grossa (m³/m³)	Cimento (kg ou kg/m³)	-
			0,0042		4,75	1,03	395,19	0
Chapisco rolado rodado na betoneira	Estrutura e paredes internas	87874	Argamassa (m³/m²)	87325	Operador (h/m³)	Areia Grossa (m³/m³)	Cimento (kg ou kg/m³)	Adesivo (kg/m³)
			0,00149		4,77	0,87	250,93	186,8
Chapisco rolado rodado no misturador	Estrutura e paredes internas	87875	Argamassa (m³/m²)	87363	Operador (h/m³)	Areia Grossa (m³/m³)	Cimento (kg ou kg/m³)	Adesivo (kg/m³)
			0,00149		6,06	0,86	246,11	183,21

Fonte: Os autores a partir da Caixa (2015a) e Caixa (2015b)

3.3 Aplicação das composições no projeto de habitação

Foi escolhido um projeto real de uma habitação unifamiliar de interesse social (HIS) a fim de comparar a diferença em termos de emissões dos quatro tipos de chapisco analisados. Foi adotado um projeto de uma HIS típica dos modelos financiados pela Caixa Econômica Federal. A perspectiva da HIS é apresentada na Figura 1.

Figura 1 – Perspectiva da HIS avaliada



Fonte: Pedroso (2015)

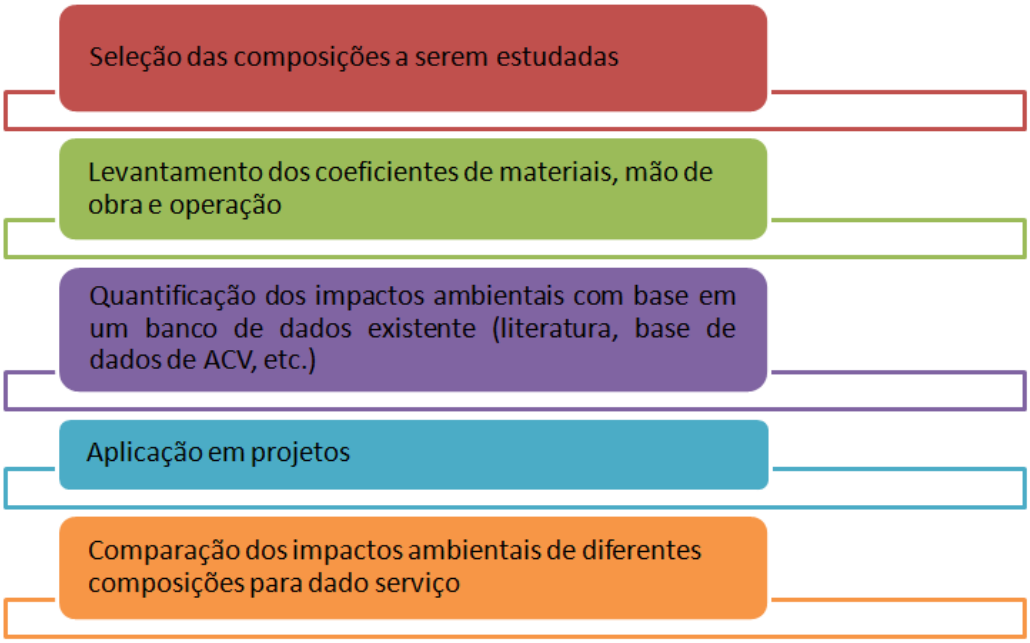
A HIS estudada apresenta uma área de 45,64 m². Possui dois dormitórios, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma área de serviço na parte exterior. Foi considerada que as vedações verticais e estrutura são revestidas de

argamassa externa e internamente, totalizando uma área a ser chapiscada de 232,12 m².

De posse da área total da edificação a ser chapiscada ela foi multiplicada pelas emissões de CO_2 quantificadas por m² de área, resultando nas emissões de CO_2 totais para edificação.

Por fim, na Figura 2, é apresentada a sequência metodológica para o emprego do Sinapi para a quantificação dos impactos ambientais de composições.

Figura 2 – Fluxo da metodologia



Fonte: Os autores

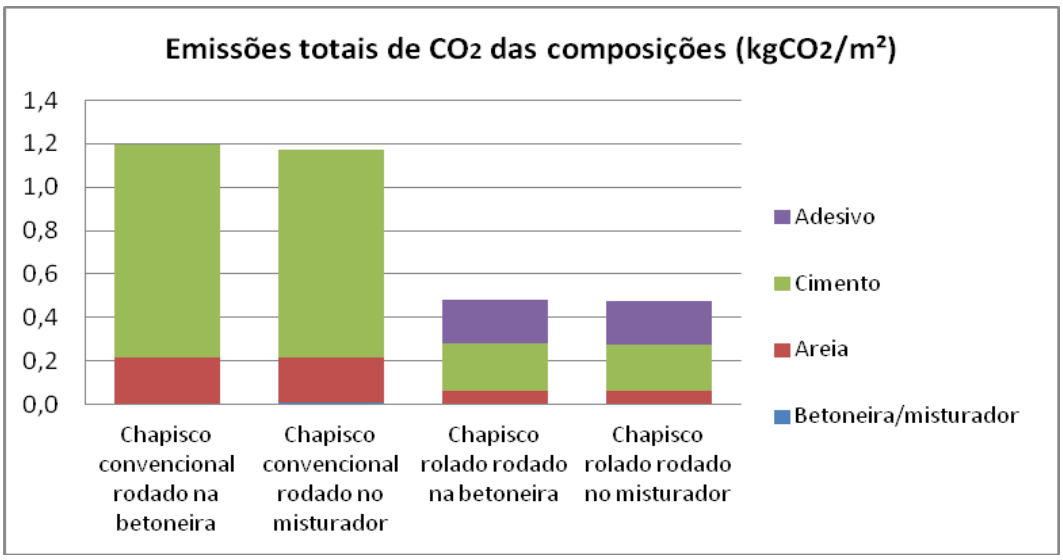
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta seção serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa. Na Figura 3 são apresentadas as emissões de CO_2 encontradas para as composições avaliadas.

A partir dos resultados obtidos verifica-se que as emissões de carbono referentes aos equipamentos são desprezíveis (não podendo ser visualizadas na Figura 2) quando comparadas com as emissões dos materiais. Embora a maior participação em massa do chapisco seja da areia, as emissões são menores quando comparadas ao cimento e ao adesivo polimérico (para o chapisco rolado).

Isto é consequência do menor fator de emissões da areia, cerca de quinze vezes menor que o cimento e 20 vezes o adesivo. A areia por ser um produto natural ou de fácil tratamento consome pouca energia e emissões quando comparado a produtos industriais como o cimento e o adesivo.

Figura 3 – Emissões de CO_2 das composições avaliadas



Fonte: Os autores

Comparando os quatro tipos de chapisco o que apresentou maior quantidade de emissões foi o convencional rodado na betoneira, seguido pelo convencional rodado no misturador, seguido pelo rolado na betoneira e por último o rolado no misturador. A diferença aproximada entre os chapiscos convencionais e rolados foi de aproximadamente 80%, portanto, bastante considerável.

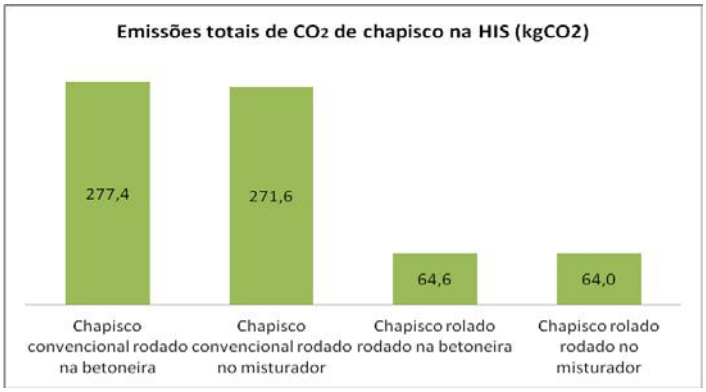
O processo de betoneira emite mais CO_2 que o processo no misturador, no entanto, ambos apresentam uma participação desprezível quando comparada com as emissões dos processos produtivos dos materiais empregados. Um fator que influencia nestas baixas emissões é o fato da matriz elétrica brasileira ser relativamente limpa, devido a grande participação da fonte hidráulica.

Quando se compara as emissões totais do chapisco convencional e do rolado, nota-se uma diferença bastante considerável, em torno de quatro vezes. Este resultado foi consequência do menor consumo de materiais do chapisco rolado e o fato da argamassa ter um traço mais pobre (1:4), enquanto o chapisco convencional possui um traço de 1:3, o que aumenta a participação do cimento na composição da mistura.

Desta forma deve-se ressaltar a importância da especificação de traços com menor teor de cimento, visto que este é o material que possui maior quantidade de emissões de CO_2 na composição do chapisco. Lembrando que devem ser avaliados aspectos técnicos, de qualidade e produtividade, tanto no estado fresco e endurecido do chapisco.

A partir das emissões por m² foram quantificadas as emissões para a edificação estudada, conforme é apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Emissões totais de CO_2 da edificação



Fonte: Os autores

De posse dos valores obtidos, nota-se que é possível reduzir aproximadamente 200 kg de CO_2 por HIS construída, trocando somente o tipo de chapisco. Como projetos voltados para HIS apresentam uma considerável quantidade de unidades construídas em série, a redução de emissões poderá ser maior. Se forem avaliadas edificações multifamiliares, como a apresentada por Tannenbaum e Oliveira (2014), esta redução nas emissões de CO_2 também poderá ser maior.

Deve-se ressaltar que não foi encontrado na literatura, tanto nacional como internacional, estudos que aplicaram a ACV ou ACVCO_2 em sistemas de composições de serviços, como o Sinapi, mostrando a originalidade deste estudo e a importância para o setor da construção civil brasileira.

A partir da quantificação das emissões de CO_2, estas podem ser incorporadas nas composições como um tipo de coeficiente ambiental. Podem ser pensados em outros coeficientes como consumo de água e energia, conforme é apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Exemplo de coeficientes ambientais a serem adicionados nas composições do Sinapi

Código / Seq.	Descrição da Composição	Unidade
01.REVE.CHAP.005/02	CHAPISCO APLICADO TANTO EM PILARES E VIGAS DE CONCRETO COMO EM ALVENARIA DE PAREDES INTERNAS, COM COLHER DE PEDREIRO. ARGAMASSA TRAÇO 1:3 COM PREPARO EM BETONEIRA 400L. AF_06/2014	M²
Código SIPCI		
87879		
Vigência: 06/2014	Última atualização: 06/2014	

COMPOSIÇÃO				
Item	**Código**	**Descrição**	**Unidade**	**Coeficiente**
C	88309	PEDREIRO COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,07000
C	88316	SERVENTE COM ENCARGOS COMPLEMENTARES	H	0,00700
C	87313	ARGAMASSA TRAÇO 1:3 (CIMENTO E AREIA GROSSA) PARA CHAPISCO CONVENCIONAL, PREPARO MECÂNICO COM BETONEIRA 400 L. AF 06/2014	M3	0,00420
X	XXXXX	CONSUMO DE ENERGIA	MJ	X
X	XXXXX	CONSUMO DE ÁGUA	M3	X
X	XXXXX	EMISSÕES DE CO_2	$kgCO_2$	X

Fonte: Os autores a partir de Caixa (2015b)

Os coeficientes ambientais se assemelham aos *Environmental Product Declarations* (EPDs), também chamados de Declarações Ambientais de Produtos (DAPs), em que são apresentados os potenciais impactos ambientais de um determinado produto.

A diferença entre os EPDs e a inserção no Sinapi, é fornecer informações em conjunto tanto dos potenciais impactos ambientais como também questões relacionadas à estimativa de consumo e produtividade no mesmo local, facilitando e colaborando para o desenvolvimento sustentável do setor, de forma integrada e comunicante. Portanto, seria interessante que todas as composições tivessem coeficientes ambientais.

Deve-se ressaltar que as informações contidas nos EPDs ou DAPs normalmente são referentes a materiais ou componentes isolados, como por exemplo, cimento, aço, piso cerâmico e etc., enquanto o que se propõe no presente estudo é a produção de indicadores ambientais para o sistema como um todo.

Apresentaram-se exemplos de três coeficientes, no entanto, outros podem ser adicionados. Estes coeficientes devem ser pensados de acordo com as categorias de impactos ambientais já existentes em algumas normas como a ISO 14025: 2006 que serve de base para os EPDs no mundo e que dialogue com o Programa Brasileiro do Ciclo de Vida (PBACV) e as diretrizes propostas pelo Conselho de Construção Sustentável (CBCS), chamada de ACV Modular.

O fato é que os coeficientes apresentados devem estar de acordo com outras metodologias de avaliação de impactos ambientais já utilizadas no país.

Outra vantagem destes coeficientes inseridos no Sinapi é o diálogo com as certificações ambientais para edificações como LEED, AQUA e etc., que possuem em seu escopo itens relacionados a potenciais impactos ambientais, levantados por meio da ACV, como apresentado por Cardoso e Pablos (2014).

5 CONCLUSÕES

Neste trabalho foram quantificadas emissões de CO_2 de quatro composições de chapisco disponibilizadas no Sinapi: chapisco convencional rodado na betoneira (1) e no misturador (2); chapisco rolado rodado na (3) betoneira (3) e no misturador (4).

O chapisco convencional rodado na betoneira foi o que apresentou maior quantidade de emissões de carbono, enquanto o chapisco rolado no misturador foi o que apresentou menor valor.

Observa-se a importância da especificação de sistemas com menor consumo de materiais e componentes, e relacionado aos materiais cimentícios, traços mais pobres em cimento, visto que esse é um material com importante quantidade de emissões de CO_2.

O processo de mistura na betoneira apresentou maior quantidade de emissões que o processo no misturador. No entanto, a participação do processo de mistura, para ambos os processos, se mostrou desprezível, quando comparado com as emissões na fabricação dos materiais.

Os valores de emissões de CO_2 encontrados poderão compor os cadernos técnicos do Sinapi na forma de coeficientes dos serviços. Foi sugerido que sejam avaliados e implantados outros indicadores ambientais, como consumo de energia e água, que também poderão ser incorporados nas composições como coeficientes ambientais de serviços.

Recomenda-se, para trabalhos futuros, a avaliação de outras composições do Sinapi, podendo incluir nas análises o impacto do custo e da produtividade dos sistemas escolhidos.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. **O Desafio da Sustentabilidade na Construção Civil.** Série Sustentabilidade. Vol. 5. São Paulo: Editora Blucher. 2011.

ALVES, N. J. D. **Avaliação de Aditivos Incorporadores de Ar em Argamassas de Revestimento.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil. UnB. Brasília. 2002.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR-13529**: Revestimentos de paredes e tetos de argamassas inorgânicas. Rio de Janeiro, 2013.

ATMACA,A.; ATMACA, N. Life cycle energy (LCEA) and carbon dioxide emissions ($LCCO_2A$) assessment of two residential buildings in Gaziantep, Turkey**. Energy and Buildings**. v. 102. p. 417 – 431. 2015.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) 2015: **Relatório Síntese ano base 2014**. Brasília-DF, 2015.

CHAU, C. K.; LEUNG, T. M.; NG, W. Y. A review on Life Cycle Assessment, Life Cycle Energy Assessment and Life Cycle Carbon Emissions Assessment on buildings. **Applied Energy**. v. 143. p. 395 – 413. 2015.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS). **Projeto Avaliação de Ciclo de Vida Modular de Blocos e Pisos de Concreto.** 2014. Disponível em: <http://www.acv.net.br/website/acvs/show.asp?ppgCode=DE0D28E8-7BDE-4495-9405-8604588186C5> . Acesso em: 19 jun. 2015.

CAIXA.Sistema Nacional de Pesquisa e Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi). **Cadernos Técnicos de Composições para Argamassas e Grautes.** Lote 1. Versão 001. 2015a.

_____.Sistema Nacional de Pesquisa e Custos e Índices da Construção Civil (Sinapi). **Cadernos Técnicos de Composições para Revestimentos.** Lote 1. Versão 001. 2015b.

_____. **Site Instucional**. Disponível: <http://www.caixa.gov.br/poder-publico/apoio-poder-publico/Paginas/default.aspx> Acesso em 01/06/2015.

CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M.; PAULSEN, J. S.; SANTOS FILHO, V. M. Emissões de CO_2 no Ciclo de Vida de Habitações de Interesse Social: Estudo de Caso Para o DF, Brasil. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO - INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 9., 2015, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2015.

CARDOSO, P.; PABLOS, J. M. Certificações Habitacionais e Avaliação do Ciclo de Vida. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais ...** Maceió: UFAL, 2014.

COSTA, B. L. C. **Quantificação das emissões de CO_2 geradas na produção de materiais utilizados na construção civil no Brasil.** Dissertação de Mestrado. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Engenharia Civil, UFRJ. Rio de Janeiro. 2012.

GOLDEMBERG, J. **Energia e Desenvolvimento Sustentável**. Série Sustentabilidade, Vol. 4. São Paulo: Editora Blucher, 2010.

NAKAMURA, J. Revestimento argamassado**. Equipe de Obra**. Obras. Raio X. Edição 62. 2013. Disponível: <http://equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/62/revestimento-argamassado-conheca-as-camadas-que-compoem-um-revestimento-292697-1.aspx> Acesso em 19/01/2016.

PARK, H. S.; LEE, H.; KIM, Y.; HONG, T.; CHOI, S. W. Evaluation of the influence of design factors on the CO2 emissions and costs of reinforced concrete columns. **Energy and Buildings**. v. 82. p. 378 – 384. 2014.

PEDROSO, G. M. P. **Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE) de Sistemas de Vedação de Habitações.** Tese de Doutorado. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil. UnB. Brasília. 2015.

PEREIRA, M. F. **Conteúdo energético e emissões de CO2 em coberturas verdes, de telha cerâmica e de fibrocimento: estudo de caso**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. UFSM. Santa Maria. 2014.

SILVA, B. V. **Construção de Ferramenta Para a Avaliação do Ciclo de Vida de Edificações.** 2013. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós Graduação em Energia. USP. São Paulo. 2013.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G. Seleção de materiais e edifícios de alto desempenho ambiental. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 5. p. 129-151.

TABORIANSKI, V.; PRADO, R. Methodology of CO_2 emission evaluation in the life cycle of office building façades. **Environmental Impact Assessment Review.** v. 33. p.41-47. 2012.

TANNENBAUM, P. R. K.; OLIVEIRA, T. T. O uso do SINAPI para escolha tecnológica em habitações populares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014. **Anais ....**Maceió: UFAL, 2014.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO DE TELHA TERMOACÚSTICA COM POLIESTIRENO EXPANDIDO E TELHA CERÂMICA TIPO PLAN EM EDIFICAÇÃO UNIFAMILIAR[1]

CALDEIRA, Débora (1); SPOSTO, Rosa (2); CALDAS, Lucas (3)

(1) UnB, e-mail: dmcaldeira19@gmail.com; (2) UnB, e-mail: rmsposto@unb.br; (3) UnB/UFRJ, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com

RESUMO

A construção civil possui papel relevante na busca pelo desenvolvimento sustentável, pois é importante consumidor de recursos naturais e gerador de impactos ambientais. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de um produto abrange aspectos e impactos ambientais desde a aquisição da matéria-prima até a disposição final. A Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE), por sua vez, baseia-se na ACV com foco no consumo energético. Este estudo avaliou a Energia Incorporada total (EIt) de uma edificação habitacional unifamiliar, em quatro cenários: telha termoacústica de Poliestireno Expandido com e sem laje de concreto; e telha cerâmica Plan com e sem laje de concreto. Foram consideradas as etapas de pré-operação e operação (uso e manutenção) da edificação, sendo que os dados energéticos relativos ao pré-operacional e manutenção foram retirados da literatura; e a energia operacional de uso foi calculada pelo software *DesignBuilder*. Os resultados indicaram que a laje de concreto aumenta significativamente a energia na fase pré-operacional e que os valores da EIt dos quatro cenários apresentam variações inferiores a 10%. Esse estudo contribuiu na análise e definição do sistema de vedação horizontal mais adequada a ser implantada em uma edificação e no alcance de novas fronteiras de estudo.

Palavras-chave: ACVE. Poliestireno Expandido. Telha termoacústica.

ABSTRACT

The construction industry plays a significant role in the quest for sustainable development, because it is important consumer of natural resources and environmental impacts generator. Life Cycle Assessment (LCA) of a product covers environmental aspects and impacts from procurement of raw materials to final disposal. Life Cycle Energy Assessment (LCEA), in turn, is based on ACV focusing on energy consumption. This study evaluated the overall Total Embodied Energy (EIT) of a single-family residential building in four scenarios: thermoacoustic tile of Polyestyrene Expanded with and without concrete slab; and ceramic tile "Plan" with and without concrete slab. It was considered the steps of pre-operation and operation (use and maintenance) of the building. The data for the pre-operation and maintenance were taken from the literature; and the operational energy use was calculated using by Design Builder software. The results indicate that the concrete slab significantly increases the energy in the pre-use phase, and that the energy consumed of the four scenarios have EIT variations

[1] CALDEIRA, Débora; SPOSTO, Rosa; CALDAS, Lucas. Avaliação do ciclo de vida energético de telha termoacústica com poliestireno expandido e telha cerâmica tipo plan em edificação unifamiliar. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

lower than 10%. This study will help in analyzing and defining the most appropriate horizontal roofing system to be deployed in a building and achieving new study boundaries.

***Keywords**: LCEA. Polyestyrene Expanded. Thermoacustic tile.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção é o setor de atividades humanas que mais consome recursos naturais e utiliza energia de forma intensiva, gerando consideráveis impactos ambientais, evidenciando, assim, a importância de se estudar os diversos materiais utilizados na construção civil (ISAIA, 2007).

Dentre os sistemas de uma habitação, o sistema de cobertura exerce importante função pois faz parte da envoltória, desempenhando funções relacionadas, além da segurança, da habitabilidade, incluindo o desempenho e o conforto térmico dos usuários.

No Brasil, o sistema de cobertura mais utilizado nas habitações térreas é composto por telhas cerâmicas. No entanto, vem surgindo no mercado, novos componentes, como por exemplo, a telha termoacústica com núcleo em poliestireno expandido (EPS). Pelo fato desta telha conter isolante em seu miolo, tem-se como hipótese que haverá menor consumo de energia na fase operacional da habitação, porém há necessidade de se analisar as outras fases do ciclo de vida da cobertura, além das zonas bioclimáticas que possuem diferentes diretrizes construtivas no Brasil.

A Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE), que se baseia em alguns princípios da Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) definidos na ABNT NBR ISO 14044 (2009), é a ferramenta escolhida para este estudo.

O objetivo deste estudo é avaliar o ciclo de vida energético das telhas metálicas termoacústicas com núcleo de EPS, em comparação à telha cerâmica tipo Plan, nas fases de Pré-Operação e Operação, quando utilizadas em habitações térreas na região do Distrito Federal.

2 AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE ENERGIA

A Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE) consiste em levantar apenas a energia gasta em cada fase do ciclo de vida. É uma forma simplificada de análise dos impactos ambientais, visto que qualquer atividade de extração, produção, transporte, uso ou descarte dos materiais implica em uso de energia. Tavares (2006) sugere o uso deste inventário de dados de consumo energético, diretos e indiretos, como uma forma de levantamento dos impactos ambientais, porém ressalta que a ACVE não visa substituir um método de análise ambiental amplo como uma ACV.

A Energia da fase Pré-Operacional, também denominada Pré-Uso, é calculada como o somatório dos diversos gastos energéticos da etapa de fabricação, transporte e instalação do produto.

A UNEP (2007) conceitua as energias da fase Pré-Operacional como:

- Energia Incorporada ou Embutida: é a energia de manufatura de materiais e componentes da construção;
- Energia de transporte: aquela proveniente do deslocamento dos materiais e componentes para o local da obra;
- Energia de Instalação: aquela usada na construção da edificação.

Na fase operacional da edificação, tem-se a Energia Operacional ou Recorrente que é aquela resultante do uso e manutenção do edifício. A energia de uso é a necessária para o uso de eletrodomésticos e equipamentos durante a vida útil da edificação, tais como climatização, cocção, iluminação e outros; e o gasto energético de manutenção da edificação é a soma de energia demandada para a reposição de produtos ou serviços durante a vida útil estabelecida para a edificação habitacional.

3 SISTEMA DE VEDAÇÃO HORIZONTAL

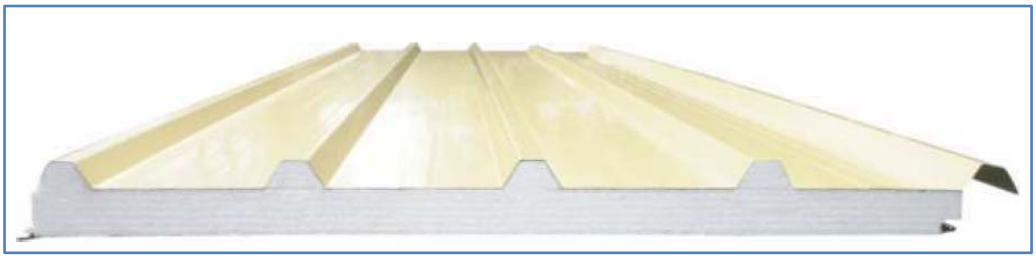
Segundo a ABNT NBR 15.575-5 (2013), o sistema de cobertura é o conjunto de elementos ou componentes, dispostos no topo da construção, com as funções de assegurar estanqueidade às águas pluviais e à salubridade, proteger demais sistemas da edificação habitacional ou elementos e componentes da deterioração por agentes naturais, além de contribuir positivamente para o conforto termo acústico da edificação habitacional.

As coberturas com telhas cerâmicas, usadas em larga escala no Brasil, datam de 430 a.C na Grécia e foram implantadas no Brasil desde a chegada dos Portugueses. Todavia, apesar do seu largo uso, ainda se tem problemas com controle de qualidade (SEBRAE, 2008).

Vários tipos de telhas, atualmente, competem com a telha cerâmica e essa pesquisa busca compará-la com a telha termoacústica, pois segundo a revista Construção Mercado (2014), publicado no site da PINI, as coberturas termoisolantes podem: diminuir trocas térmicas; reduzir consumo de energia elétrica; atenuar ruídos externos e de impacto; evitar gotejamento proveniente da condensação da umidade interna; e possibilitar uma montagem racionalizada e com materiais recicláveis.

As telhas termoacústicas são constituídas de aço galvanizado, galvalume, alumínio e aço inoxidável de seção ondulada ou trapezoidal, zipada ou painéis metálicos, e uma camada de material isolante com características térmicas e acústicas e de flamabilidade (ABNT NBR 16373, 2015). Neste estudo são considerados dois tipos de telhas termoacústicas: com acabamento em aço em ambas as faces (aço/aço); e com acabamento em aço na parte externa e filme de PVC na parte interna (aço/filme). A telha termoacústica foi definida em função do catálogo do fabricante existente na fronteira em estudo, com distância máxima de 200 Km de Brasília. Na Figura 1 é apresentada a telha termoacústica estudada nesta pesquisa.

Figura 1 – Modelo de Telha Termoacústica com núcleo de Poliestireno Expandido



Fonte: Catálogo da Isoeste, 2015

4 METODOLOGIA

A metodologia utilizada nesta pesquisa foi dividida em três etapas: (1) escolha do modelo arquitetônico; (2) escolha dos sistemas de cobertura; e (3) aplicação da metodologia de cálculo definida.

4.1 Modelo Arquitetônico

É adotado o projeto de uma edificação habitacional unifamiliar com área de 45,64 m^2, composta de uma sala, uma cozinha, dois quartos, um banheiro e uma área de serviço. As paredes externas e internas com bloco de concreto com espessura de 9 cm, com reboco paulista com argamassa de cimento, cal e areia com 2,5 cm de espessura de cada lado da vedação vertical. A Laje de forro de concreto, quando existente, tem 10 cm de espessura com reboco do teto com 2 cm de espessura. Considerou-se a vida útil da habitação de 50 anos.

Este modelo de projeto é utilizado por representar adequadamente as edificações destinados a baixa renda do país, atendendo as especificações mínimas definidas pelo Programa Minha Casa Minha Vida – Recursos FAR (Figura 2)

Figura 2 – Vista da edificação habitacional adotada na pesquisa



Fonte: Pedroso (2015)

4.2 Sistemas de cobertura

Visando comparar adequadamente as telhas termoacústicas com as telhas cerâmicas, são definidos quatro cenários:

a. cenário 1: telha termoacústica (aço/aço) com EPS em edificação sem laje de forro (TTSF);

b. Cenário 2: telha termoacústica (aço/filme) com EPS em edificação com laje de forro (TTCF);

c. Cenário 3: telha cerâmica tipo Plan em edificação sem laje de forro (TCSF);

d. Cenário 4: telha cerâmica tipo Plan em edificação com laje de forro (TCCF).

Os dados para cálculo da energia são, em sua maioria, provenientes da revisão bibliográfica nacional, publicações de órgãos federais, simulações realizadas no software *DesignBuilder* e algumas informações de fornecedores. A unidade funcional adotada para apresentação dos resultados é o metro quadrado de cobertura.

4.3 Metodologia de Cálculo

A energia da fase Pré-Operacional é calculada pela Equação 01:

$Eli = EI + EIt + Elit$ (unidade MJ/m^2) (Eq. 1)

Sendo:

Eli = Energia Incorporada Inicial

EI = Energia Incorporada ou Embutida

EIt = Energia de Transporte

Elit = Energia de Instalação

Os dados de energia incorporada dos materiais, extraídos de diversas fontes, estão no Quadro 1.

Quadro 1 – Fontes dos dados de energia incorporada dos materiais

Material	Energia Incorporada do Material (MJ/Kg)	Referência dos dados de consumo de Energia
Areia Fina	0,05	Tavares (2006)
Areia Grossa	0,05	Tavares (2006)
Cal Hidratada	3	Tavares (2006)
Chapa de aço	33,8	Graf e Tavares (2006)
Cimento Portland	4,2	Tavares (2006)
Concreto armado	3,1	Graf e Tavares (2006)
Filme de Alumínio	210	Tavares (2006)
Madeira Lei Nativa/Regional serrada aparelhada	3,5	Tavares (2006)
Massa PVA	65	Tavares (2006)
Poliestireno Expandido	112	Tavares (2006)
Prego polido com cabeça 18 X 27	31	Tavares (2006)
Telha cerâmica	5,4	Tavares (2006)
Tinta PVA	65	Tavares (2006)

Fonte: Os Autores

A energia de instalação foi calculada com base nas composições do Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil (SINAPI) e, na ausência dessa, utilizadas as tabelas de composições da PINI, conforme lista do Quadro 2.

Quadro 2 – Composições adotadas para o cálculo da Energia de Instalação

Serviço	Fonte	Identificação da composição
Lançamento de concreto	SINAPI	74157/3
Armação	SINAPI	73990/1
Chapisco	SINAPI	74199/1
Reboco	SINAPI	75.481
Emassamento	SINAPI	88496

Serviço	Fonte	Identificação da composição
Pintura	SINAPI	88486
Estrutura de madeira (para cobertura em telha cerâmica)	SINAPI	73931/3
Estrutura de madeira (para cobertura em telha termoacústica)	PINI	09.005.00011_SER
Telha Cerâmica	SINAPI	73938/2
Telhas Termoacústicas	PINI	TCPO 09.005.000011.SER

Fonte: Os Autores

A Energia Operacional é expressa pela Equação 02:

EIO = EU + EM (unidade MJ/m^2) (Eq. 2)

Sendo:

EIO = Energia Incorporada Operacional ou Recorrente

EU = Energia Incorporada de Uso

EM = Energia Incorporada de Manutenção

A Energia Total desse estudo é calculada pela Equação 3

ET = EIi + EIO (unidade MJ/m^2) (Eq. 3)

Sendo:

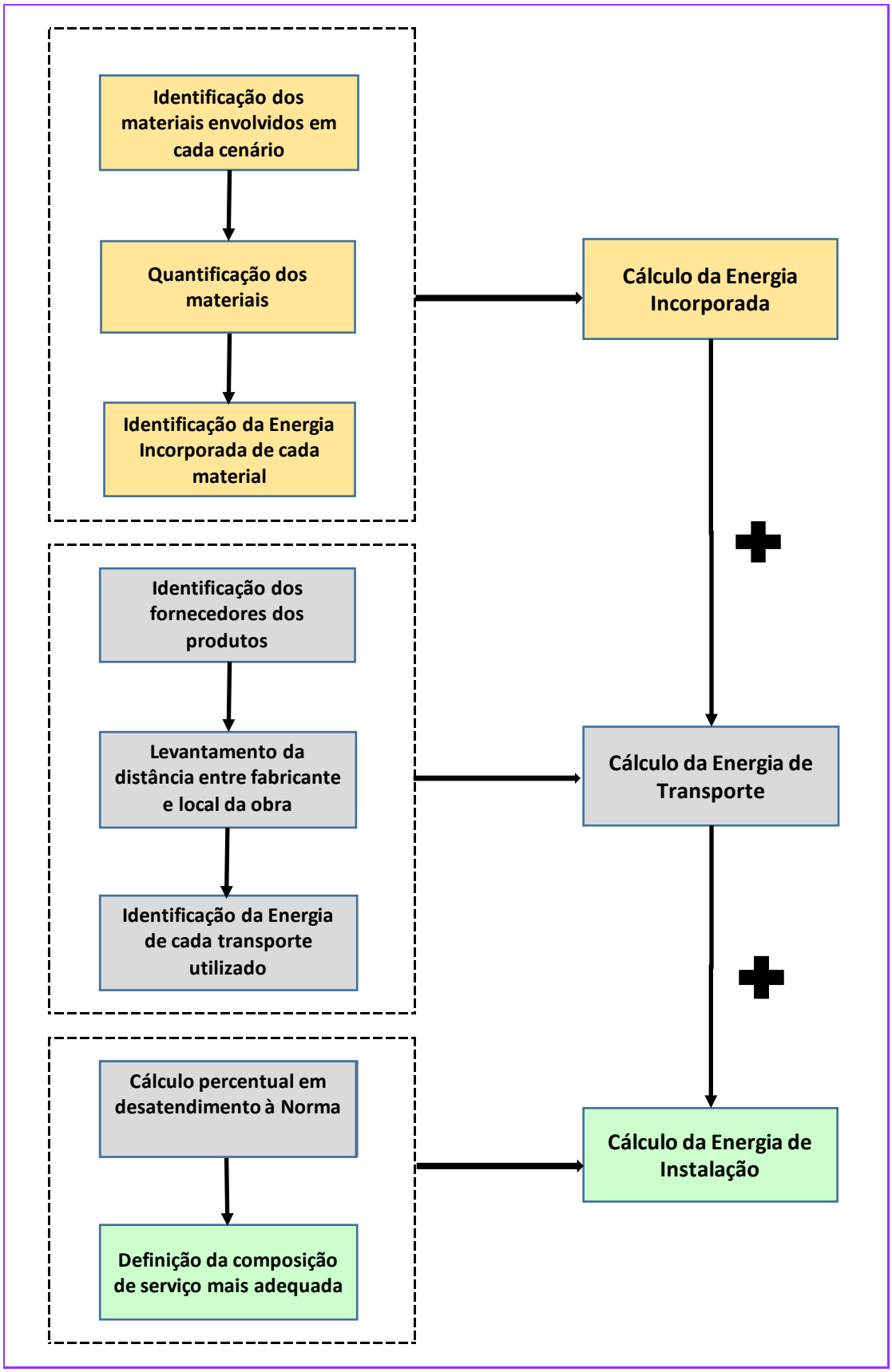
ET = Energia Total

EIi = Energia Incorporada Inicial

EIO = Energia Incorporada Operacional ou Recorrente

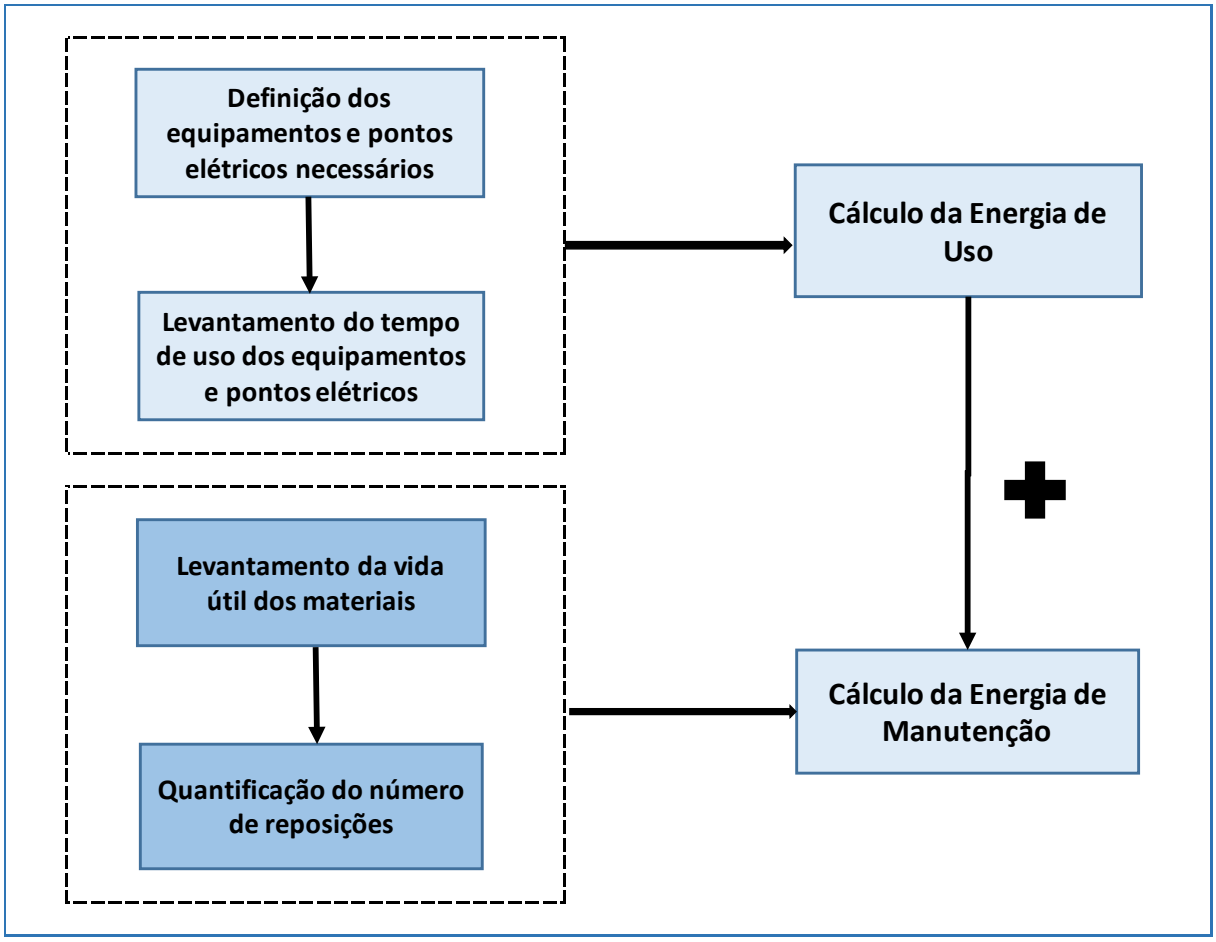
O Fluxograma detalhado do cálculo da Energia Pré-Operacional e Operacional estão nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

Figura 3 – Fluxograma de cálculo da Energia de Pré-Operacional



Fonte: Os Autores

Figura 4 - Fluxograma de cálculo da Energia Operacional



Fonte: Os Autores

Os gastos de energia devem ser convertidos em energia primária pela aplicação do Fator de Correção de 1,63, resultante da média dos dados de três autores (ver Quadro 3).

Quadro 3 – Dados para cálculo do Fator de Correção

Autor/Ano	Fator de Correção
Maciel (2013)	1,67
Pedroso (2015)	1,62
Paulsen e Sposto (2013) – base inventário 2003	1,60

Fonte: Os Autores

Quanto ao desempenho térmico, a ABNT NBR 15.575:2013 estabelece os seguintes requisitos para a Zona Bioclimática 4: no Verão Temperatura interna máxima ≤ T externa máxima; e no Inverno Temperatura interna máxima ≥ Temperatura externa máxima + 3°C. A base de dados climática utilizada é do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LabEEE) e as características térmicas dos elementos foram extraídos na ABNT NBR 15.220-2:2005, conforme Quadro 4.

Quadro 4. Características térmicas dos materiais

Material	Massa Aparente (Kg/m3)	Condutividade Térmica (W/(m.K))	Calor Específico (KJ/(Kg.K))
Argamassa Comum	1950,00	1,15	1,00
Telha Cerâmica Plan	1500,00	0,90	0,92
Concreto (laje de forro)	2300,00	1,75	1,00
Aço (componente telha termoacústica)	7800,00	55,00	0,46
Poliestireno Expandido (telha termoacústica)	25,00	0,04	1,42

Fonte: Os Autores

O cálculo da energia de uso considerou os equipamentos mais incidentes na pesquisa IBGE (2010) e o consumo divulgado pela Eletrobras (2007), conforme apresentado no Quadro 5:

Quadro 5 – Lista de equipamentos e consumo

Equipamento	**Quantidade**	**Unidade**	**Consumo mensal/unidade de equipamento (KWh)**
TV em cores 14"	1	Un	9,00
Geladeira 1 porta	1	Un	30,00
Liquidificador	1	Un	1,10
Microcomputador	1	Un	10,80
Chuveiro	1	Un	70,00
Máquina de Lavar roupa	1	Un	6,00
Ferro elétrico automático	1	Un	7,20
Fogão simples	1	Un	0,15

Fonte: Os Autores

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Fase Pré-Operacional

Os cálculos das diversas energias envolvidas na Fase Pré-Operacional estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Energia Pré-Operacional da Edificação

Cenário	Energia Incorporada da Telha (MJ/m2) (A)	Energia de Transporte (MJ/m2) (B)	Energia Incorporada Instalação telha (MJ/m2) (C)	Energia Incorporada Inicial (MJ/m2) (A=B+C)
Cenário I - TTSF	830,43	22,65	6,53	859,60
Cenário II - TTCF	1584,35	36,98	176,73	1798,06
Cenário III - TCSF	380,96	18,82	6,97	406,75
Cenário IV - TCCF	1247,43	33,58	177,17	1458,18

Fonte: Os Autores

Os dados da Energia Incorporada Inicial da Tabela 1 demonstram que:

a. o cenário telha cerâmica sem laje de forro (TCSF) possui a menor Energia Incorporada Inicial. Esse resultado deve ser ocasionado pelo processo produtivo da telha cerâmica, fabricada em fornos à lenha enquanto a telha termoacústica é industrializada e possui maior energia incorporada no material;

b. o cenário telha Termoacústica aço/aço sem forro (TTSF) apresenta o segundo melhor resultado do grupo, ocasionado pela ausência da laje de forro, visto que o concreto apresenta alta energia incorporada;

c. os cenários com laje de forro apresentam maior Energia Incorporada Inicial, principalmente em função do volume de concreto. O concreto não apresenta alta energia embutida (3,10 MJ/Kg) quando comparado com o aço ou EPS que possuem 33,8 MJ/Kg e 112 MJ/m^2, respectivamente. Todavia o concreto possui alta densidade (2.300 Kg/m^3), resultando numa maior Energia Incorporada em relação aos demais componentes da cobertura.

Na etapa de transporte, o cenário TCSF também apresenta a menor Energia de Transporte, seguido pelo TTSF. As variações de energia de transporte entre cenários com mesmo tipo de telha são: 61% entre as telhas termoacústicas; e 56% para telhas cerâmicas.

Foi observado ainda que as grandes distâncias percorridas por alguns materiais impactam significativamente na Energia de Transporte, por isto, ações de descentralização em relação aos grandes centros urbanos ou que diminuam a dependência em relação a esses locais são alternativas importantes para minimizar esse tipo de gasto energético.

Quanto à Energia de Instalação, o cenário da telha termoacústica aço/aço (TTSF) apresenta o menor valor (6,53 MJ/m^2), seguido pela telha cerâmica sem laje de forro (6,97 MJ/m^2). Todos os cenários sem laje de forro (TTSF e TCSF) obtiveram os menores valores, em função da quantidade de serviços e

o menor tempo de mão-de-obra envolvida. Observa-se ainda que a colocação da telha cerâmica demanda quantidade maior de horas de mão de obra, logo maior gasto energético.

A execução da laje de forro aumenta significativamente o gasto energético de instalação em função do consumo de energia do equipamento para vibração do concreto e gastos energéticos nos diversos serviços acessórios à laje (chapisco, reboco, pintura, etc.). Mantido o tipo de telha, a variação entre situações de laje é de 96%. Isso demonstra que o principal fator de impacto na Energia de Instalação é a adição da laje de concreto e os serviços correlatos.

Comparando todos cenários pelo tipo de telha, conclui-se que a presença da laje de forro aumenta significativamente o gasto energético da fase Pré-Operacional em função dos diversos serviços e insumos envolvidos. A laje de forro em concreto possui uma energia de instalação de 162,08 MJ/m^2 . Avaliando os serviços executados em função da instalação da laje de forro, observa-se que o reboco apresenta a maior energia, visto que: o chapisco corresponde a 0,15 MJ/m^2; o reboco, 6,08 MJ/m^2; e a pintura, 1,89 MJ/m^2. A estrutura da cobertura apresenta uma energia de instalação de 3,69 MJ/m^2 provocada principalmente pela demanda de mão-de-obra que neste serviço é de 3,54 horas/m^2. Esse resultado reforça a hipótese de que o trabalho manual resulta em maior consumo de energia em relação aos industrializados.

5.2 Energia Operacional

Para o cálculo da Energia Operacional são considerados todos os aparelhos utilizados na edificação, sendo que para este estudo é utilizado o software *DesignBuilder* onde são inseridos os equipamentos e pontos elétricos existentes na edificação habitacional, bem como o tempo de uso de cada elemento. O software *DesignBuilder* é utilizado em função da sua interface com o Energy Plus adotado como referência na norma de desempenho.

Os resultados da Energia Operacional para um período de 50 anos (vida útil do projeto) estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2 – Energia da Fase Operacional

CENÁRIO	ENERGIA DE USO (MJ/m2) (A)	ENERGIA DE MANUTENÇÃO (MJ/m2) (B)	ENERGIA OPERACIONAL (MJ/m2) (A+B)
Cenário I - TTSF	10.851,28	986,83	11.838,11
Cenário II - TTCF	10.533,85	2.439,61	12.973,46
Cenário III - TCSF	11.002,23	866,23	11.868,46
Cenário IV - TCCF	10.558,53	2.467,62	13.026,15

Fonte: Os Autores

Os cálculos apresentados na Tabela 2 consideram um aparelho de condicionamento tipo *split* para toda a edificação e a inserção desse aparelho visa destacar a diferença entre os cenários.

Quanto à Energia Operacional, os cálculos demonstram que:

a. a telha termoacústica com laje de forro (TTCF) apresenta a menor Energia de Uso. Este resultado corresponde ao esperado, pois o poliestireno expandido é formado predominantemente por ar, sendo um material com boas características de isolamento térmico. Além dessa camada, a Laje de forro também atua como barreira para a transmissão de calor;

b. a telha cerâmica com laje de forro (TCCF) apresenta a segunda menor Energia de Uso, reforçando a importância da laje na manutenção do conforto térmico do ambiente e menor necessidade de condicionamento do ar.

c. as telhas termoacústicas (aço/aço ou aço/filme) apresentam valores de Energia de Uso inferiores ao da telha cerâmica quando comparados em situação similar de laje de forro;

d. a Energia de Manutenção dos cenários com laje é superior aos cenários sem laje, sendo a revisão da pintura um dos principais fatores para esse aumenta significativo de consumo energético.

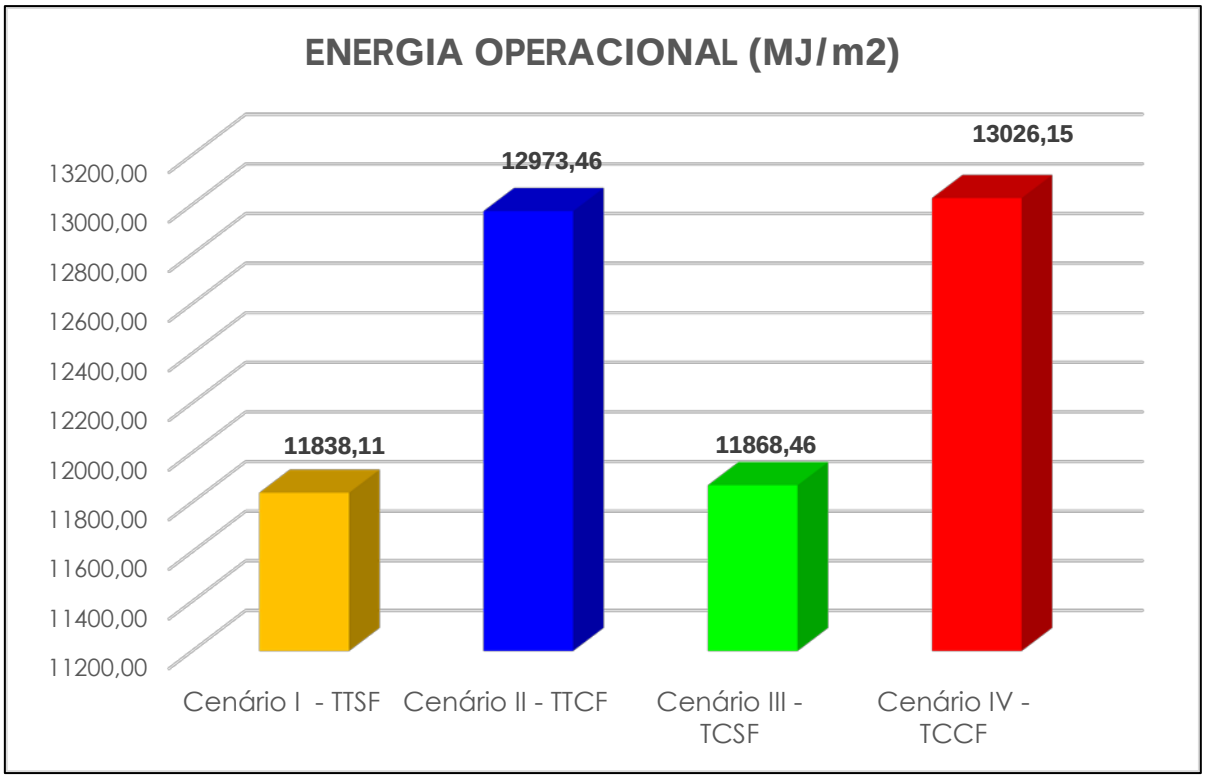
e. o cenário TCSF apresenta a menor Energia de Manutenção. Tal fato deve-se à menor energia de produção da telha e a inexistência da laje de forro e, consequentemente, dos serviços correlatos à execução da Laje

Cabe destacar também que o tempo de vida útil da telha termoacústica é 90% maior do que a telha cerâmica, o que impacta na Energia de Manutenção. Todavia, ressalta-se que essa é uma informação fornecida pelo fabricante e que este produto é relativamente novo, logo são necessários dados históricos que referendem essa informação.

Destaca-se também a relevância das reposições, principalmente do serviço de revisão da pintura. Esse serviço aumenta significativamente a Energia de Manutenção.

Na Figura 5 são representados os resultados do valor total da Energia Operacional da Fase de Uso.

Figura 5 – Energia Operacional



Fonte: Os Autores

Na fase Operacional, o cenário TTSF apresenta o melhor consumo energético e os cenários com laje de forro mantém valores acima daqueles sem laje. Esse fato é ocasionado pela necessidade de manutenção dos serviços relacionados à laje, tais como, a revisão de pintura.

5.3 Energia Total

A Energia total de cada cenário está na Tabela 3.

Tabela 3 – Energia Primária total de cada cenário

CENÁRIO	ENERGIA INCORPORADA INICIAL (MJ/m2) (A)	ENERGIA OPERACIONAL OU RECORRENTE			TOTAL DE ENERGIA PRIMÁRIA (MJ/m2) (A+C+D)
		ENERGIA DE USO (MJ/m2) - Secundária (B)	ENERGIA DE USO (MJ/m2) - Primária (B x 1,63) (C)	ENERGIA DE MANUTENÇÃO (MJ/m2) (D)	
Cenário I - TTSF	859,60	10.851,28	17.687,59	986,83	19.534,02
Cenário II - TTCF	1.798,06	10.533,85	17.170,17	2.439,61	21.407,84
Cenário III - TCSF	406,75	11.002,23	17.933,64	866,23	19.206,61
Cenário IV - TCCF	1.458,18	10.558,53	17.210,40	2.467,62	21.136,21

Fonte: Os Autores

Comparando cenários com mesma condição de laje (TTSF com TCSF e TTCF

com TCCF) demonstra uma variação de no máximo 3,3% e 1,9%, respectivamente. Conclui-se que a telha não representa um diferencial significativo de economia de energia. No entanto, se verificada as situações com telhas similares, ou seja, TTSF com TTCF e TCSF com TCCF, o acréscimo de energia é de 15%. Isso demonstra, como observada em cada etapa, que o principal fator de aumento de energia são os serviços correlatos à execução da laje de forro.

6 CONCLUSÕES

Os quatro cenários elaborados demonstraram que a telha termoacústica não possui um menor gasto energético quando comparado em sistema construtivo similar (com ou sem laje de forro). Todavia essa variação é inferior a 2%, logo não representa um ganho significativo, mas é importante ressaltar que uma ACVE é o retrato de uma situação específica, logo os sistemas de vedação horizontal propostos nesse projeto devem ser avaliados para cada região, pois:

- a disponibilidade de matéria-prima é variável em cada região, impactando na distância de transporte;
- a metodologia de extração pode ser otimizada por meio de novas tecnologias;
- os avanços na fabricação dos produtos podem ampliar a vida útil dos produtos, diminuindo a quantidade de reposições e, consequentemente, a Energia de Manutenção.

Na Fase de Pré-Operação, os cenários sem laje de forro (TTSF e TCSF) obtiveram os menores valores em função da quantidade de serviços, insumos e o menor tempo de mão-de-obra envolvidos.

Na Fase Operacional, o cenário TTSF apresentou o menor resultado. Esse cenário obteve o melhor resultado principalmente em função do reduzido consumo de energia de manutenção, ocasionado pela maior vida útil da telha termoacústica em relação à cerâmica e a menor quantidade de insumos e serviços necessários.

A comparação do gasto de energia primária em condições similares de Laje, ou seja, TTSF com TCSF e TTCF com TCCF demonstra uma variação inferior a 2%. No entanto, se analisada as situações com telhas similares, ou seja, TTSF com TTCF e TCSF com TCCF, o acréscimo de energia é em torno de 10%. Conclui-se que a telha não representa um diferencial significativo de economia de energia e que a execução de laje de forro pode acrescer em 10% o consumo energético.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 15.575-5:2013** – Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 15.575-5:2013** – Edificações habitacionais — Desempenho Parte 5: Requisitos para os sistemas de coberturas, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 15.220-1:2005** – Desempenho térmico de edificações – Parte 1: Definições, símbolos e unidades, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 15.220-2:2005** – Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Método de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR ISO 14044: 2009 (versão corrigida 2014),** – Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS **ABNT NBR 16373:2015** - Telhas e painéis termoacústico - Requisitos de desempenho, elaborada pelo Comitê Brasileiro de Siderurgia

CAIXA - **Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção** – disponível em www.caixa.gov.br acessado em Out/2015.

CATÁLOGO TÉCNICO – Sistemas de Cobertura – Fornecedor Isoeste

ELETROBRAS / PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA – **Pesquisa de posse de equipamentos e hábitos de uso** – Ano Base 2005, Classe Residencial, Relatório Brasil, 2007.

HAYNES, RICHARD **- Embodied Energy Calculations within Life Cycle Analysis of Residential Buildings**, 2010.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, **Relatório** disponível em http://www.ibge.gov.br/ acessado em maio de 2015.

ISAIA, G. A Ciência e a Engenharia de Materiais de Construção Civil. In: ISAIA, G. **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. São Paulo: IBRACON, 2007. p. 01-36.

Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – **Tabela de dados climáticos** – disponível no site www.labeee.ufsc.br/ acessado em julho/2015.

MACIEL, ANA CAROLINA – (2013), **Energia Incorporada de Fachadas Ventiladas. Estudo de caso para edificação habitacional em Brasília-DF**.

Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-018ª/13, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 146p.

NAKAMURA, JULIANA - . Revista **Notícia da Construção**, Março/2014, Página 30, Ed. 131; disponível em https://issuu.com/sind_issuu/docs/revista_noticias_ed_131_web visitado em 15 de Janeiro de 2015

PAULSEN e SPOSTO - **Energia incorporada em Habitações de Interesse Social na fase de pré-uso: o caso do Programa Minha Casa Minha Vida no Brasil**, 2013

PEDROSO, GILSON - **Metodologia para avaliação de ciclo de vida Energético (ACVE) de habitação de interesse social de sistemas inovadores: estudo de caso para o Distrito federal,** Universidade de Brasília, 2015

Revista **Construção Mercado**, Agosto/ 2014, Ed. 157, disponível no site http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/157/ 01/09/2014, visitado em 20 de outubro de 2015.

SEBRAE – **Cerâmica Vermelha – Estudo de Mercado SEBRAE/ESPM**, Série Mercado, 2008.

TAVARES, S.F. **Metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida energético de edificações residenciais brasileiras**, 2006. Tese (Doutorado em engenharia) – PPGEC, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis.

UNITED NATIONS OF ENVIRONMENTAL PROGRAMME (UNEP) – **Buildings and Climate Changes Status, Challenges and Opportunities**, 2007

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

APLICAÇÃO DO SELO CASA AZUL DA CAIXA ECONÔMICA FEDERAL EM UM PROJETO DE UMA RESIDÊNCIA MULTIFAMILIAR FINANCIADA PELO PROGRAMA ''MINHA CASA MINHA VIDA'' – ESTUDO DE CASO[1]

CARTAXO, Davi (1); JEREISSATI, Geórgia (2); MORAIS, Maria (3)

(1) UNIFOR, e-mail: daviquality@hotmail.com; (2) UNIFOR, e-mail: georgiamorais@unifor.br; (3) UNIFOR, e-mail: christinamorais13@gmail.com

RESUMO

A Caixa Econômica Federal (CEF) possui uma grande importância estratégica para o desenvolvimento da construção civil, por ser o maior financiador do setor, através do programa '' Minha Casa Minha Vida'' (MCMV). Diante de uma sociedade mais consciente com relação ao meio ambiente e por a indústria da construção civil ser uma das mais poluidoras, pois além de explorar a matéria prima, geram resíduos, tornando-se necessárias campanhas que estimulem ações sustentáveis. Nesse contexto, a CEF lançou em 2010 a certificação ambiental Selo Casa Azul, visando reduzir impactos ambientais. Este artigo avalia a aplicação dos critérios exigidos pelo Selo Casa Azul nível Bronze, em um projeto de uma residência multifamiliar, financiada pelo MCMV. Foi escolhido como estudo de caso um projeto destinado à classe C. Identificaram-se os critérios que já estavam contemplados no projeto, pois 12 dos 19 já atendiam e os que não atendiam, foram analisados para ver o custo dessas alterações. Mesmo a obra sendo de pequeno porte, verificou-se que causam grande impacto nos aspectos socioambientais na região do empreendimento. Sugeriram-se alterações para que projetos futuros obtenham o Selo. Por fim, compararam-se os custos realizados da obra com os custos para as alterações sugeridas, aumentando 5,89% do valor inicial.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Certificação ambiental. Selo Casa Azul.

ABSTRACT

The Caixa Econômica Federal has a great strategic importance for the development of the construction sector, since it has the greatest value in financing this sector, through the program " Minha Casa Minha Vida " (MCMV). Faced with an increasingly conscious society about the environment, and the construction industry is one of the most polluting, besides exploring the raw material, generate waste, become necessary campaigns to encourage sustainable actions. In this context, CEF creates in 2010 an environmental certification "Casa Azul", to reduce environmental impacts. This paper evaluates the application of criteria required by the "Casa Azul" Seal, Bronze level, on a project for a multifamily residence of the MCMV program. It was chosen as a case a design to the C class. Were identified criteria that were already included in the project, because 12 of the 19 have complied and those did not, were analyzed to see the cost of the changes. Even the construction is a small size construction, it was found that generate great impact in social-environmental aspects in the

[1] CARTAXO, Davi; JEREISSATI, Geórgia; MORAIS, Maria. Aplicação do Selo Casa Azul da Caia Econômica Federal, em um projeto de uma residência multifamiliar financiada pelo programa "Minha Casa Minha Vida" – Estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

project area. Changes were suggested for future projects. Finally, was compared the construction cost accomplished with costs of the proposed amendments, increasing 5.89% of the initial value.

***Keywords**: Sustainability. Environmental certification. "Selo Casa Azul".*

1 INTRODUÇÃO

O setor da construção civil brasileiro vem crescendo de forma acelerada, principalmente as edificações destinadas às pessoas de baixa renda, por isso, o governo brasileiro criou em 2009 o programa MCMV, visando permitir acesso à casa própria para essas famílias. De acordo com Amorim (2014), o setor cresceu 74,25% nos últimos 20 anos e um dos principais motivos foi esta facilidade de compra, porém é também o setor que mais causa danos ao planeta.

Contudo a população se posiciona sobre o tema sustentabilidade, por isso a CEF criou o Selo Casa Azul, certificação ambiental destinada para empreendimentos financiados pelo MCMV. É o primeiro sistema de certificação criado para a realidade brasileira, com intuito de incentivar o uso racional de recursos naturais, reduzir o custo de manutenção dos edifícios e despesas mensais dos usuários, além da conscientização desses (GRUNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

A utilização desse selo é de extrema importância para o estímulo do desenvolvimento sustentável no Brasil. De acordo com De Luca (2015), 65% do saldo da poupança da CEF é destinado ao crédito imobiliário, sendo a linha de crédito do MCMV a maior. Diante disso, torna-se importante a aplicação de técnicas sustentáveis, para que sejam quebrados paradigmas atuais e que gradativamente se consiga chegar a um nível de consciência adequado.

Este artigo objetiva avaliar a aplicação dos critérios exigidos pelo Selo Casa Azul da CEF, nível bronze, em um projeto de uma residência multifamiliar financiada pelo MCMV.

Sendo esta pesquisa exploratória, utilizando um estudo de caso, já que os procedimentos adotados visam o aprofundamento das questões propostas (GIL, 2002), para desenvolvê-lo seguiram-se algumas etapas: formulação do problema, definição da unidade-caso, coleta de dados, avaliação e análise dos dados.

A formulação do problema desenvolveu-se por meio da revisão bibliográfica, seguindo com a escolha do projeto de uma edificação residencial multifamiliar, padrão baixo.

Coletadas as informações necessárias, listaram-se os 19 critérios obrigatórios para obtenção do selo nível bronze. Verificaram-se quais já estavam contemplados no projeto e quais não estavam. Depois sugeridas às alterações necessárias para adquirir o selo nos próximos empreendimentos.

Também foram calculados que os custos de implantação. Analisaram-se ainda os dados coletados, inclusive os relativos aos impactos ambientais

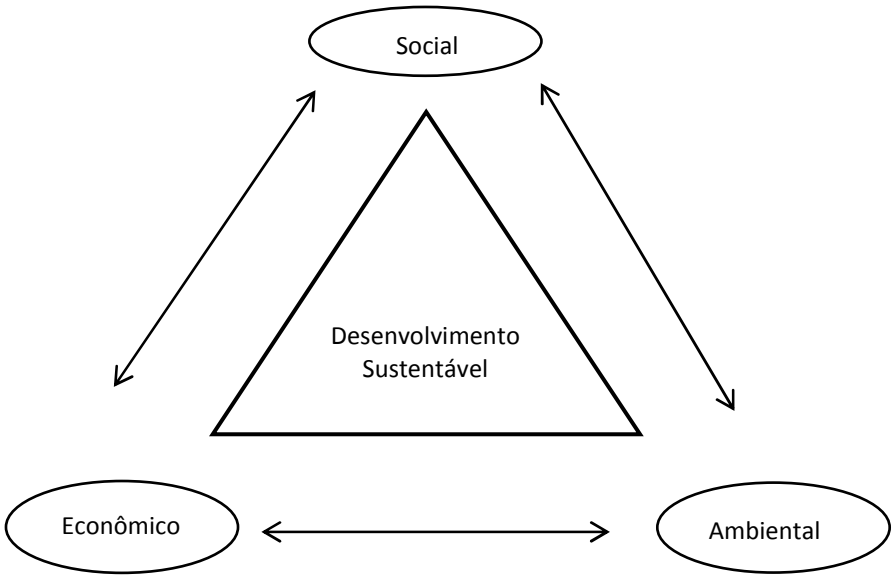
dessas modificações.

A aplicação de critérios do selo no projeto, torna-o economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

Satterthwaite (2004) define que desenvolvimento sustentável é o atendimento as necessidades humanas nos locais onde residem, com o mínimo ou nenhuma transferência dos custos da produção, consumo ou lixo para outras sociedades ou locais, tanto na geração atual como futura. De acordo com a Figura 1, sustentabilidade é a interação entre o social, ambiental e econômico.

Figura 1 – Integração e interação dos aspectos sociais, econômicos e ambientais dos conceitos de sustentabilidade



Fonte: Adaptado de Pereira (2009)

Já Sattler (2002) diz que para ser realmente sustentável, a sociedade teria que cumprir três condições mediante os fluxos de matérias e energia: a taxa de uso de recursos renováveis não ultrapassar as taxas de regeneração; as taxas de uso de recursos não renováveis não ultrapassar a taxa com que os seus substitutos renováveis sustentáveis sejam desenvolvidos; e a sua taxa de emissões poluentes ficarem abaixo da capacidade de assimilação do meio ambiente.

Ao analisar a indústria da construção civil, destacam-se o elevado consumo de recursos e a grande quantidade de resíduos gerados no processo construtivo, além do desperdício de materiais, tempo e energia (ROCON; MAIOLI; ALVAREZ, 2015).

Segundo Tessaro *et al* (2012), os resíduos sólidos gerados tanto na construção como demolição nas cidades brasileiras representam mais de 66%, dos quais 88% são materiais que podem ser reciclados ou reutilizados.

Foram criadas certificações para as edificações, que asseguram o uso de técnicas construtivas modernas, para desenvolver cada vez mais a sustentabilidade. Para Gonçalves & Duarte (2006), elas criam e cobram condições para os empreendimentos tornando-os sustentáveis.

Atualmente, existem várias certificações ambientais para edificações no mundo, porém nem todos se adequam as edificações brasileiras, pelas diferenças culturais, climatológicos e sociais. As mais utilizadas no Brasil são: Aqua, Leed, Procel Edifica e Selo Casa Azul.

Como a CEF é a maior financiadora, criou um sistema de avaliação sócio ambiental, Selo Casa Azul, que busca reconhecer os empreendimentos que adotam soluções mais eficientes aplicadas à construção, ao uso, à ocupação e à manutenção das edificações, incentivam o uso racional de recursos naturais e a melhoria da qualidade da habitação e de seu entorno (JONH; PRADO, 2010).

O Selo Casa Azul foi o primeiro ofertado no Brasil, desenvolvido para a realidade da construção habitacional brasileira, gerando soluções adequadas à realidade local, que otimizam o uso de recursos naturais e os benefícios sociais (CAIXA, 2010). Segundo Jonh & Prado (2010), objetiva a redução do consumo dos recursos naturais e prolongamento da vida útil das edificações.

Os resultados positivos são obtidos por empresas que adotem sistema de gestão de qualidade na fabricação de seus produtos, a correta especificação técnica dos mesmos e que estes produtos possuam certificados de qualidade ou por processo de seleção de fornecedores que inclua a análise da qualidade dos produtos (CARDOSO; PABLOS, 2015).

De acordo com a CAIXA (2010), para conseguir o selo é necessário cumprir pré-requisitos, possuindo três níveis de gradação (Quadro 1). Para obtenção do nível bronze, o projeto tem que atender aos 19 critérios obrigatórios, já o prata a todos estes e mais 6 critérios e o ouro a todos os do bronze e mais 12 de livre escolha.

Quadro 1 – Níveis de gradação do Selo Casa Azul

Gradação	**Atendimento mínimo**
BRONZE	Critérios obrigatórios
PRATA	Critérios obrigatórios e mais 6 critérios de livre escolha
OURO	Critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha

Fonte: CAIXA (2010)

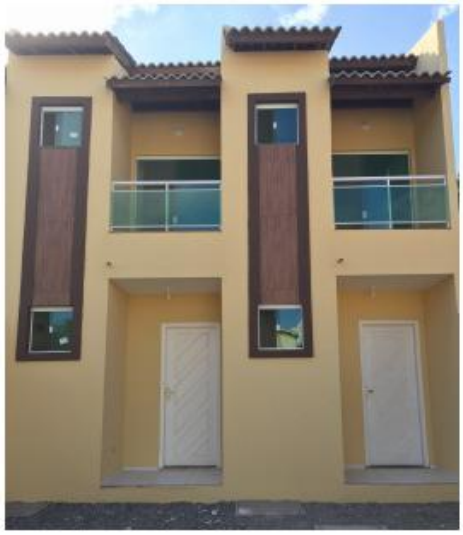
Os critérios e classificação para obtenção do Selo Casa Azul são divididos em 6 categorias: Qualidade Urbana, Projeto e Conforto, Eficiência energética, Conservação de Recursos Materiais, Gestão da Água e Práticas Sociais.

3 ESTUDO DE CASO

3.1 Projeto estudado

A edificação estudada é de pequeno porte, Figura 2, destinada à classe C, financiada pelo programa MCMV. Executada de junho/2015 a outubro/2015. Localizada no bairro Cidade Nova, Maracanaú, Ceará.

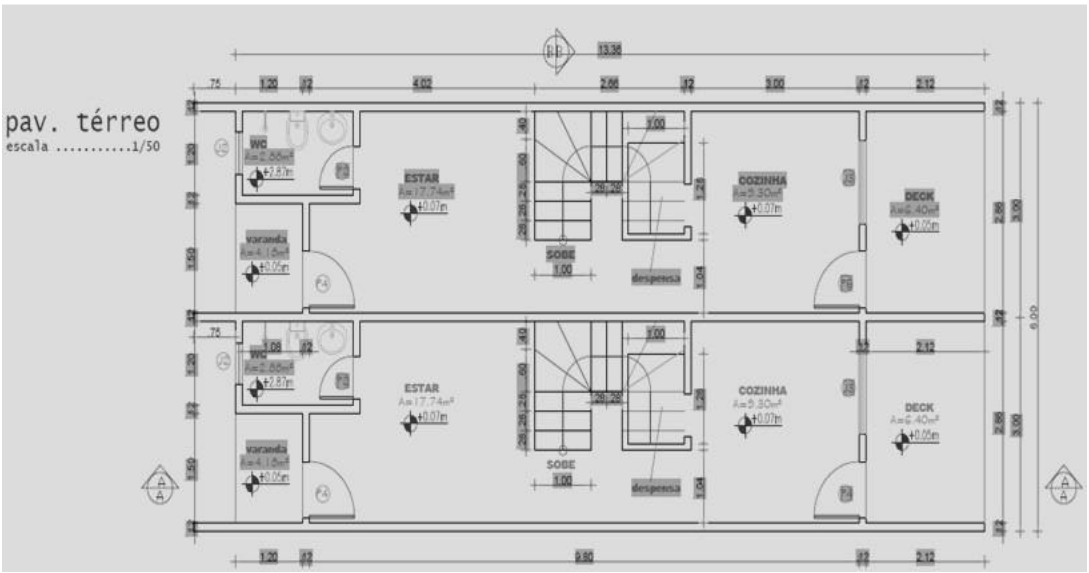
Figura 2 – Fachada do residencial multifamiliar



Fonte: Os autores

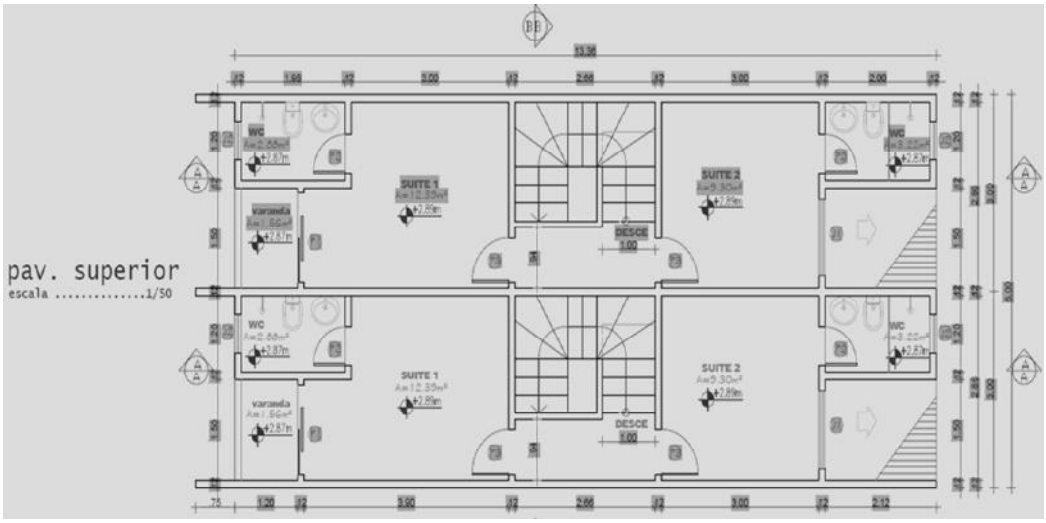
A edificação é composta por 2 unidades geminadas, duplex, com área edificada de 74,96m2 cada, conforme Figuras 3 e 4. O terreno mede 6m de frente por 30m de profundidade, perfazendo uma área total de 180,00m2.

Figura 3 – Planta baixa do pavimento térreo



Fonte: Empresa A (2015)

Figura 4 – Planta baixa do pavimento superior



Fonte: Empresa A (2015)

3.2 Aplicação do Selo Casa Azul

Quando da elaboração do projeto, alguns dos critérios para obtenção do selo nível bronze já estavam atendidos.

Os Quadros 2 a 7 apresentam os critérios escolhidos de cada categoria para obtenção do Selo, com os indicadores que cada um possui, informando ao lado se o projeto atende ou não aos mesmos.

Como apresentado no Quadro 2, Qualidade do Entorno nos itens 1.1 e 1.2, todos os indicadores já estão contemplados no projeto estudado.

Quadro 2 – Qualidade do Entorno - Infraestrutura

Critério	**Indicadores**	**Atende?**
1.1 Infraestrutura	Rede de abastecimento de água potável	Sim
	Pavimentação	Sim
	Energia elétrica	Sim
	Iluminação pública	Sim
	Esgotamento sanitário com tratamento do próprio empreendimento ou ETE da região	Sim
	Drenagem	Sim
	Uma linha de transporte público regular, c/pelo menos uma parada acessível por rota de pedestres, extensão ≤1Km	Sim
	Dois pontos de comércio e serviços básicos acessíveis por rota de pedestres de, no máximo, 1Km de extensão	Sim
	Uma escola pública de ensino fundamental acessível por rota de pedestres, extensão≤1,5km	Sim
	Um equipamento de saúde (posto de saúde ou hospital), distância≤2,5km	Sim
	Um equipamento de lazer acessível por rota de pedestres de, no máximo, 2,5km de extensão	Sim

1.2 Impactos	Fontes de ruídos excessivos e constantes, como rodovias, aeroportos, alguns tipos de indústrias, considerando-se raio≥2,5km, marcados a partir do centro geométrico do empreendimento.	Sim
	Odores e poluição excessivos e constantes, ad- vindos de estações de tratamento de esgoto (ETE), lixões e alguns tipos de indústrias, considerando-se raio≥2,5km, a partir do centro geométrico do empreendimento.	Sim

Fonte: Adaptado de Caixa (2010)

Figura 5 – Rua do empreendimento



Fonte: Os autores

O critério 2 trata do Projeto e Conforto (Quadro 3). Já eram atendidos os itens 2.1, porque na frente do terreno foi plantado grama, como também os 2.7 e 2.8, pois o empreendimento está situado no nascente.

Quadro 3 – Projeto e conforto

Critério	**Indicadores**	**Atende?**
2.1 Paisagismo	Existência de arborização, cobertura vegetal e/ou demais elementos paisagísticos propiciando adequada interferência as partes da edificação para melhorar o desempenho térmico.	Sim
2.5 Local para coleta seletiva	Existência de local adequado em projeto para coleta, seleção e armazenamento de material reciclável, devendo ser de fácil acesso, ventilado e de fácil limpeza, c/revestimento em material lavável e c/ponto de água para limpeza/lavagem do espaço.	Não
2.6 Equipamentos de lazer, sociais e esportivos	Existência de equipamentos ou espaços como salão de jogos, salão de festas e *playground,* etc., conforme quantidade especificada: • 0 a 100 UH – dois equipamentos, sendo, no mínimo, um social e um de lazer/esportivo.	Não
2.7 Desempenho térmico - Vedações	Atendimento às condições arquitetônicas expressas nas Tab. 1 a 5 e de acordo c/zona bioclimática em que está o empreendimento.	Sim
2.8 Desempenho	Atendimento às condições arquitetônicas gerais	Sim

Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	expressas na Tabela 6 quanto à estratégia de projeto, de acordo com a zona bioclimática onde se localiza o empreendimento.	

Fonte: Adaptado de Caixa (2010)

No mesmo critério ainda não está contemplado o item 2.5 – local para coleta seletiva, aumentando a utilização dos aterros sanitários, bem como a poluição e o desperdício de recursos naturais. Para atender a este critério foi sugerido a implantação de 4 lixeiras para coleta seletiva de 50L. O item 2.6 não atende, por estes potencializarem o desenvolvimento social dos habitantes, criando-se um ambiente mais sustentável, sendo recomendados um *playground* pré-fabricado e cesta de basquete a ser colocada na parede da área comum no novo projeto.

Quanto ao critério 3, Eficiência Energética (Quadro 4), tem-se já observados os itens: 3.1 (Figura 6) e 3.5 (Figura 7).

Quadro 4 – Eficiência energética

Critério	**Indicadores**	**Atende?**
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	Existência de lâmpadas de baixo consumo e potência adequada em todos os ambientes da unidade habitacional, principalmente nos empreendimentos de habitação de interesse social.	Sim
3.2 Dispositivos economizadores – áreas comuns	Existência de sensores de presença, minuterias ou lâmpadas eficientes em áreas comuns dos condomínios.	Não
3.5 Medição Individualizada - Gás	Existência de medidores individuais, certificados pelo Inmetro, para todas as unidades habitacionais e inclusão em planilha orçamentária e cronograma físico financeiro.	Sim

Fonte: Adaptado de Caixa (2010)

Figura 6 – Lâmpada utilizada.



Fonte: Os autores

Figura 7 – Medição individualizada de gás.



Fonte: Os autores

Já o item 3.2 não é observado, pois inexistem sensores de presença, minuterias ou lâmpadas eficientes em áreas comuns do empreendimento. Todas as lâmpadas são ligadas por interruptores, tendo um menor controle no tempo de funcionamento da iluminação, ocasionando desperdício de energia elétrica. Deverão ser implantados sensores de presença, interligados às luminárias na área externa, a fim de gerar economia de energia.

Já o critério 4 (Quadro 5), Conservação de Recursos Materiais, tem o item 4.2 atendido, pois há um rigoroso controle de qualidade na compra dos insumos da obra, evitando maiores custos. Todas as formas e escoras empregadas são metálicas, cumprindo o item 4.4, porém ainda não existe a gestão de resíduos de construção e demolição (RCD), item 4.5, em que é considerado o uso racional de matéria-prima, água, energia e a reciclagem dos subprodutos. Dessa forma, de acordo com Pereira (2012), têm-se efeitos negativos na limpeza urbana, sistemas de aterro, paisagens urbanas, além do aumento dos impactos, por conta da exploração de jazidas naturais de agregados para construção. Deverá ser implantado gerenciamento RCD, através da elaboração de um projeto para execução deste serviço.

Quadro 5 – Conservação de recursos materiais

Critério	**Indicadores**	**Atende?**
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	Adoção de dimensões padronizadas como múltiplos e submúltiplos do módulo básico internacional (1M = 10cm) e de tolerâncias dimensionais compatíveis.	Sim
4.4 Fôrmas e Escoras Reutilizáveis	São admitidas duas soluções alternativas: 1) existência de projetos de fôrmas de acordo com a NBR 14931/2004, existência de especificação de uso de placas de madeira compensada plastificada c/madeira legal e cimbramentos c/regulagem de altura grossa (pino) e fina (com rosca); selagem de topo de placas e desmoldante industrializado e/ou sistema de fôrmas industrializadas reutilizáveis, em metal, plástico ou madeira, de especificação igual ou superior ao anterior.	Sim
4.5 Gestão de RCD	Existência do "Projeto de Gerenciamento de	Não

	Resíduos da Construção Civil – PGRCC" para a obra. Apresentação, ao final da respectiva obra, dos documentos de comprovação de destinação adequada dos resíduos gerados.	

Fonte: Adaptado de Caixa (2010)

O critério 5 (Quadro 6), que aborda a Gestão de Água, possui todos os itens escolhidos atendidos. Na Figura 8 tem-se a medição individualizada de água (item 5.1). Todas as descargas utilizadas são *dual flux* (item 5.2); quanto ao item 5.8, o projeto possui área permeável de 83,46 m^2, em um terreno com área total de 180,00 m^2, correspondendo a 46,37% desta, atendendo a este.

Quadro 6 – Gestão de água

Critério	**Indicadores**	**Atende?**
5.1 Medição Individualizada – Água	Existência de sistema de medição individualizada de água	Sim
5.2 Dispositivos Economizadores – Sistema de Descarga	Existência, em todos os banheiros e lavabos, de bacia sanitária dotada de sistema de descarga com volume nominal de seis litros e com duplo acionamento (3/6 L).	Sim
5.8 Áreas Permeáveis	Existência de áreas permeáveis em, ≥10%, acima do exigido pela legislação local. No caso de inexistência de legislação local, será considerado, para atendimento a este item, um coeficiente de permeabilidade (CP) ≥20%, considerando-se o cálculo do coeficiente de impermeabilização do solo obtido pela relação entre a superfície impermeável e a superfície total do terreno, aplicados os seguintes coeficientes: • superfícies totalmente impermeabilizadas, tais como coberturas, calçadas, vias – 0,9; • vias pavimentadas com componentes de juntas largas – 0,6; • vias de macadame sem alcatrão – 0,35; • caminhos em cascalho ou brita – 0,2; • superfícies arborizadas – 0,05.	Sim

Fonte: Adaptado de Caixa (2010)

Figura 8– Medição individualizada de água



Fonte: Os autores

Nenhum item abordado no critério 6 (Quadro7) estava sendo praticado na obra. Para atender ao item 6.1 sugere-se a implantação da atividade para educar os operários a manusear os resíduos, gerando redução dos impactos mencionados no critério anterior, e funcionários conscientes com relação ao meio ambiente. Serão implantadas reuniões semanais na empresa, com os envolvidos na gestão de RCD, sendo utilizado plano educativo sobre o tema, objetivando o uso e destinação mais consciente dos resíduos da obra e também com os funcionários, empregando plano de atividades educativas e conscientizando-os acerca da sustentabilidade e seus benefícios, gerando conscientização ambiental dos funcionários, visando atender ao item 6.2.

Quadro 7 – Práticas Sociais

Critério	**Indicadores**	**Atende?**
6.1 Educação para a Gestão de RCD	Existência de Plano Educativo sobre Gestão de RCD.	Não
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	Existência de plano de atividades educativas, p/ empregados, sobre os itens de sustentabilidade do empreendimento.	Não
6.7 Orientação aos Moradores	Existência de, no mínimo, uma atividade informativa sobre os aspectos de sustentabilidade previstos no empreendimento que inclua a distribuição do Manual do Proprietário, a ser disponibilizado até a entrega do empreendimento.	Não

Fonte: Adaptado de Caixa (2010)

Já para ser observado o item 6.7, elaborar-se-á um manual da edificação para os moradores, didático e ilustrativo a ser entregue junto com o imóvel, sendo estes orientados com relação aos aspectos de sustentabilidade do imóvel. Dessa forma, haverá uma maior conscientização em termos de sustentabilidade do proprietário com o local no qual habitará, causando uma redução dos impactos ambientais durante a vida útil da edificação.

3.3 Custo realizado x Custos adicionais com as alterações sugeridas para obtenção do Selo Casa Azul nível Bronze da CEF

A partir do orçamento da obra, sem implantação dos novos critérios, foi constatado que o custo realizado total do empreendimento foi R$ 113.047,16.

A Tabela 1 apresenta o orçamento para execução dos critérios adicionados para atender o Selo Casa Azul. A cotação foi feita pela construtora em outubro/2015. O incremento de custo no projeto por conta das alterações totalizou R$ 6.658,79, acarretando um acréscimo de 5,89% no custo total realizado.

Tabela 1 – Orçamento dos critérios adicionados

Item	Descrição	UND	QTDE	R$UNITÁRIO	R$TOTAL
1.	Local para coleta seletiva				
	Lixeira (50L)	Und	4,00	123,00	492,00
2.	Equipamentos de Lazer Sociais e Esportivos				
2.1	Playground de Ferro 3 em 1 Pequeno	Und	1,00	2.199,00	2.199,00
2.2	Cesta Basquete 65x50cm 15mm Nylon Rede Aro	Und	1,00	107,99	107,99
3.	Dispositivos economizadores - áreas comuns				
3.1	Sensor de presença - SENSOR IVP EXTERNO VX-402R (SEM FIO) COM INSTALAÇÃO	Und	2,00	479,90	959,80
4.	Gestão de resíduos de construção e demolição (rcd)				
4.1	Projeto de gerenciamento de RCD/execução	Und	1,00	700,00	700,00
5.	Educação para a gestão de rcd				
5.1	Plano educativo para gestão de RCD	Und	1,00	1.000,00	1.000,00
6.	Educação ambiental dos empregados				
6.1	Planos de atividades educativas sobre o meio ambiente	Und	1,00	1.000,00	1.000,00
7.	Orientação aos moradores				
7.1	Elaboração do manual do proprietário	Und	1,00	200,00	200,00
				TOTAL	R$ 6.658,79

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Na avaliação deste estudo de caso, identificou-se que na categoria de Qualidade Urbana, a edificação atendeu aos dois critérios escolhidos para obtenção do Selo. Quanto a categoria Projeto e Conforto, dos cinco critérios obrigatórios, apenas Local para Coleta Seletiva e Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos não estavam contemplados no projeto estudado. Todos os requisitos obrigatórios de Eficiência Energética atenderam a certificação, com exceção dos Dispositivos Economizadores em áreas comuns. Na categoria Conservação de Recursos Materiais, a gestão de resíduos não foi praticada na obra em questão, portanto este critério não foi atendido. Os itens obrigatórios de gestão da água já estavam todos contemplados no projeto. Por fim, na categoria de Práticas Sociais, os critérios de Educação para a Gestão de RCD, Educação Ambiental dos Empregados e Orientação

aos moradores não foram praticados durante a obra.

Foram apresentadas também soluções para adequação do projeto, a fim de obter o Selo Casa Azul, CEF, nível Bronze.

O resultado desta pesquisa apresenta a importância da adequação dos projetos e métodos construtivos, para atender às diretrizes estabelecida pelo Selo Casa Azul nível Bronze, justificando os investimentos a serem realizados em projetos similares futuros, a fim de garantir um melhor desempenho na execução da obra, na interação dos moradores com o imóvel e na competitividade do empreendimento.

Percebe-se ainda que os 5,89% de custos adicionais, para adequação às normas estabelecidas pela CEF, são fáceis de serem incorporados ao custo da obra, consequentemente no seu preço de venda, tendo em vista os ganhos nos aspectos ambientais, sociais e econômicos. Ao mesmo tempo em que há uma redução significativa nos impactos ambientais, propiciando uma quebra de paradigmas dos funcionários da obra e dos moradores relacionados ao desenvolvimento ambiental, tornando-o economicamente viável, socialmente justo e ambientalmente correto.

REFERÊNCIAS

AMORIM, K. Construção civil cresceu 74,25% nos últimos 20 anos. **Construção Mercado**, 2014. São Paulo: Editora PINI.Disponível em: <http:// http://construcao mercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/negocios/construcao-civil-cresceu-7425-nos-ultimos-20-anos-revela-estudo-323993-1.aspx>. Acesso em: 21 out. 2015.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL (CEF). **Guia Selo Casa Azul**. 2010.Disponível em: <http://www.caixa.gov.br/Downloads/selo_azul/Selo_Casa_Azul.pdf>. Acesso em: 05 ago. 2015.

CARDOSO, P.; PABLOS, J. Sistemas de Certificação Ambiental de Edificações habitacionais e possibilidades de aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida. EuroElecs V. Guimarães. **Anais...** Guimarães, Portugal, 2015.

DE LUCA, L. Caixa esgotou poupança para crédito imobiliário. **Brasil Econômico. 2015**. Disponível em: http://brasileconomico.ig.com.br/financas/2015-04-10/caixa-esgotou-poupanca-para-creditoimobiliario.html Acesso: 30 de outubro de 2015.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4ª Ed. São Paulo: Atlas 2002.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D.H. S. Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino. **Ambiente construído,** v. 6, n. 4, p. 51-81, Rio Grande do Sul, 2006.

GRÜNBERG, P. R. M.; DE MEDEIROS, M. H. F.; TAVARES, S. F. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Aqua e Selo Casa Azul**.** **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, SP, v. 17, n. 2, abr. jun., 2014. p. 195-214, ISSN1809-4422. Disponível em: <http://

http://www.scielo.br/pdf/asoc/v17n2/en_a13v17n2.pdf>. Acesso em: 20 out 2015. Doi: http://dx.doi.org/10.1590/S1414-753X2014000200013

JOHN, W. M.; PRADO, R. T. A. **Boas práticas para habitação mais sustentável**. 2010.

PEREIRA, J. V. I. Sustentabilidade: diferentes perspectivas, um objectivo comum. **Economia Global e Gestão**, Lisboa, Portugal, v. 14, n. 1, p. 115-126, abr. 2009. ISSN 0873-7444. Disponível em: < http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_ arttext&pid=S0873-74442009000100008>. Acesso em: 15 out. 2015.

PEREIRA, E. C. **Reciclagem de resíduos da construção civil e demolição em Campo Mourão-PR**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2012. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/1870/1/CM_COMAC_2012_1_03.pdf. Acesso em 10 out 2015.

ROCON, C.S.; MAIOLI, R.N.; DE ALVAREZ, C.E. Lições Aprendidas com as Construções em Ambientes Remotos: Aplicação à Realidade Urbana. EuroElecs, V. Guimarães. **Anais...** Guimarães, Portugal, 2015.

SATTLER, M. Edificações e comunidades sustentáveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

SATTERTHWAITE, D. **Como as cidades podem contribuir para o Desenvolvimento Sustentável. Desenvolvimento Sustentável e Gestão Ambiental nas Cidades, Estratégias a partir de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS Editora, p. 129-167, 2004.

TESSARO, A. B.; DE SÁ, J. S.; SCREMIN, L. B. Quantificação e classificação dos resíduos procedentes da construção civil e demolição no município de Pelotas, RS. **Ambiente Construído**, v. 12, n. 2, p. 121-130. Rio Grande do Sul, 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO (ACVE) E DE CUSTOS DE DIFERENTES FORMAS PARA PAREDES DE CONCRETO MOLDADAS NO LOCAL[1]

CASTRO, Victor Motta do Valle (1); SPOSTO, Rosa Maria (2); PEDROSO, Gilson Marafiga (3); SANTOS FILHO, Vamberto Machado (4); CALDAS, Lucas Rosse (5)

(1) UnB, e-mail: torlinos1@gmail.com; (2) UnB: rmsposto@unb.br; (3) UnB, e-mail: gilsonpedroso@brturbo.com.br; (4) UnB, e-mail: vambertomfilho@gmail.com; (5) COPPE/UFRJ, e-mail: lrcambiental@gmail.com

RESUMO

O presente trabalho utiliza-se da ferramenta a Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE) a fim de comparar três tipos de formas utilizadas na execução de sistemas de paredes de concreto armado moldadas no local, sendo elas a de (1) alumínio reciclado extrudado, (2) plástica e (3) compensado plastificado. Além da ACVE, foi também realizado a avaliação dos custos envolvidos entre as alternativas. A metodologia empregada partiu-se pela criação de uma habitação hipotética nos moldes padronizados da Caixa Econômica Federal e, dispondo de valores tabelados da literatura e de informações adquiridas junto a fabricantes de formas/construtoras, calculou-se a energia incorporada total e os custos. A forma de compensado foi a que apresentou o menor valor de energia incorporada, seguida pela de alumínio e a de plástico. Porém, considerando o fator reutilizações, a forma de alumínio superou as outras duas, tornando-se a melhor escolha. No quesito custos, a forma de alumínio também se mostrou a melhor alternativa, quando se considera o fator reutilizações. Conclui-se que a forma de alumínio mostrou-se, pelo seu alto número de reutilizações, a alternativa ideal para o sistema construtivo de paredes de concreto armado moldadas no local para habitações de interesse social.

Palavras-chave: ACVE. Custos. Paredes de concreto. Formas.

ABSTRACT

This paper uses Life Cycle Energy Assessment (LCEA) tool to compare three types of formworks used in the execution of reinforced concrete walls systems cast on site: (1) recycled aluminum (2) plastic and (3) plywood plasticized. Besides the LCEA, it was also carried out a costs evaluation between the alternatives. The methodology set out by the creation of a hypothetical social housing in standardized templates of Caixa Econômica Federal. Values and information from literature and manufacturers/builders were tabulated and used to calculate the total embodied energy and costs of the formworks. The formwork of plywood was the one with the lowest value of embodied energy, followed by aluminum and plastic. However, considering the reuse factor, the aluminum outperformed the other two, making it the best choice. In terms of costs, the aluminum also show the best alternative, when considering the reuse factor. It is concluded that the aluminum proved, for its high

[1] VALLE, V. M.; SPOSTO, R. M.; PEDROSO, G. M.; SANTOS FILHO, V. M.; CALDAS, L. R. Avaliação do ciclo de vida energético (ACVE) e de custos de diferentes formas para paredes de concreto moldadas no local. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

number of reuses, the ideal alternative to building made of reinforced concrete wall systems cast on site for social housing.

***Keywords**: LCEA. Costs. Concrete walls. Formwork.*

1 INTRODUÇÃO

Os efeitos negativos sobre o meio ambiente estão intimamente ligados, entre outros fatores, ao crescimento e desenvolvimento da população. A poluição da água e ar, o aquecimento global, a extinção de espécies, os desmatamentos e a escassez de recursos naturais, são exemplos desses efeitos. O aumento populacional cria uma alta demanda de serviços, equipamentos, moradias e alimentos, pressionando a produção de bens que necessitam consumir matérias primas.

Nesse contexto, o setor da construção civil é um dos grandes responsáveis pela utilização de recursos naturais e insumos energéticos de diversas fontes. Tavares (2006) afirma que a construção civil utiliza cerca de 50% dos recursos naturais e 40% dos insumos energéticos do mundo. Portanto, este setor possui um importante papel na transformação de uma sociedade mais sustentável.

No Brasil, assim como em outros países em desenvolvimento, os impactos ambientais do setor da construção civil são potencializados devido a sua associação com outros problemas críticos de ordem econômica e social. O déficit habitacional talvez seja um dos maiores problemas, no escopo direto desse setor (KUHN; SATTLER, 2006). Segundo dados da Caixa Econômica Federal (2015), há previsão de construção de três milhões de novas unidades de habitação, sendo a maior parte de programas sociais do Governo Federal, como por exemplo, "Minha Casa, Minha Vida".

Uma boa forma de criar medidas mitigadoras para a diminuição do impacto das construções no meio ambiente é conhecer o gasto de recursos naturais provenientes dos processos construtivos (extração de matérias primas, transporte, processamento dos materiais e outros), utilização, manutenção e disposição ou desconstrução da habitação. Para isso, pode-se utilizar uma ferramenta baseada no ciclo de vida do produto, como a Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE). Essa técnica possui como principal objetivo a mensuração dos insumos energéticos utilizados ao longo do ciclo de vida do produto e já foi utilizada para a avaliação de habitações de interesse social como realizada por Paulsen e Sposto (2013). Estes autores avaliam habitações com blocos ceramicos estruturais.

Outros estudos como o de Carminatti Júnior (2012) aplicou a ACVE comparando sistemas convencionais com o *light steel framing*. Pedroso e Sposto (2013), Pedroso *et al.* (2014) e Pedroso (2015) aplicou a ACVE para a avaliação do sistema de paredes de concreto moldados no local.

O interesse pela avaliação ambiental de sistemas construtivos industrializados, com foco em energia, também é observado em estudos internacionais como o de Wen *et al.* (2015) e Cao *et al.* (2015). O primeiro comparou um sistema convencional com um industrializado para a realidade da Malásia, para as etapas do berço ao portão, e concluiu o

menor consumo de energia do sistema industrializado. O segundo comparou um sistema convencional e um sistema pré-fabricado para a realidade da China. O sistema pré-fabricado apresentou uma redução de aproximadamente 21% no consumo de energia total em relação ao sistema tradicional. Nota-se, portanto, uma tendência de estudos avaliando o desempenho ambiental de sistemas industrializados.

O déficit habitacional no Brasil tem fomentado uma série de iniciativas para melhorias e modernização do setor. Uma dessas iniciativas é a utilização de sistemas construtivos industrializados, como por exemplo, as paredes de concreto.

Esse sistema construtivo consiste na moldagem das paredes no local (com função estrutural e de vedação), utilizando formas, tendo embutidas as instalações elétricas, hidráulicas e as esquadrias (Nakamura, 2015).

De acordo com Nakamura (2014), o mercado disponibiliza principalmente três tecnologias para a moldagem do sistema de paredes de concreto: fôrmas de alumínio, que apresentam boa qualidade superficial do concreto e alta produtividade, no entanto, de maior custos; fôrmas plásticas, que evoluíram nos últimos anos, tornando-se mais robustas; formas de estrutura metálica e chapas de compensado para o contato com o concreto. Embora as formas de alumínio apresentem maiores custos de aquisição, possuem a capacidade de serem reutilizadas diversas vezes, fator que deve ser considerado na escolha do tipo de forma.

A maioria dos estudos voltados para a seleção dos tipos de formas a serem utilizadas nos sistemas de paredes de concreto tem o foco voltado para questões relacionadas aos custos, a produtividade e a logística no canteiro (NAKAMURA, 2014), e, desta forma, existe uma lacuna de estudos voltados para a viabilidade ambiental destas formas.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo utilizar a ferramenta de ACVE e levantamento dos custos envolvidos na aquisição, comparando três tipos de formas utilizadas na execução de sistemas de paredes de concreto moldadas no local: (1) alumínio reciclado extrudado, (2) plástica e (3) metálica com compensado plastificado, levando em consideração o fator reutilizações.

2 METODOLOGIA

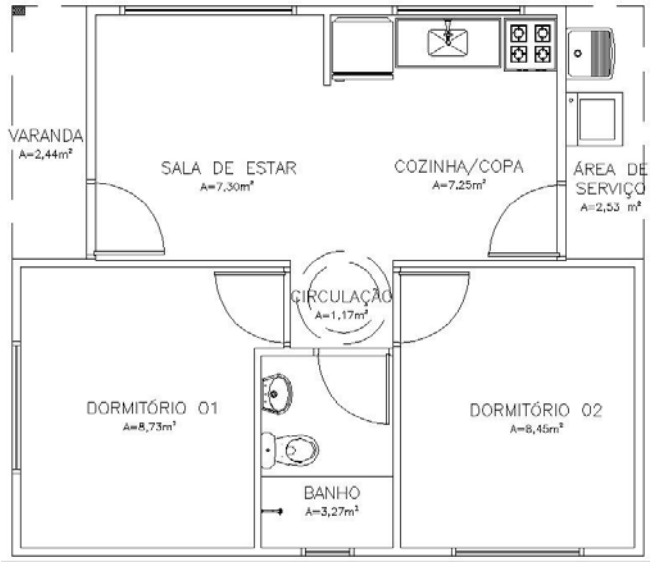
A metodologia utilizada no presente trabalho foi organizada em etapas. A primeira delas consistiu em uma pesquisa bibliográfica, para a aquisição de informações prévias e relevantes sobre o tema. As outras etapas serão detalhadas a seguir.

2.1 Escolha do projeto e especificação do sistema de parede de concreto

Foi selecionado um projeto padronizado de 45 m² de área bruta de piso (Figura 1), com as especificações segundo exigências da Caixa Econômica Federal. A partir deste projeto foi levantada a área de forma que resultou em

196,11 m².

Figura 1 - Planta baixa da unidade.



Fonte: Os autores

Trata-se de uma unidade habitacional térrea com dois dormitórios e sistema construtivo de paredes de concreto armado moldados no local; para efeitos de cálculos, a localização hipotética escolhida for a Rua São Paulo, Bairro Chácaras Anhanguera, Valparaíso-GO.

Para obtenção de dados e informações necessárias para a realização da pesquisa foi consultada uma importante empresa construtora da região que executa sistemas de parede de concreto moldado no local. Para isto, foi realizada entrevista com os responsáveis pela execução e gerenciamento das obras.

Para a determinação das espessuras da vedação utilizou-se do procedimento simplificado da ABNT NBR 15575-4:2013 em que foram calculados os valores para a transmitância térmica (U) e a capacidade térmica (CT) para a localização da edificação segundo a zona bioclimática. A norma de desempenho estabelece como critérios de mínimos de aceitação $U \leq 3,7$ W/m².K e $Ct \geq 130$ KJ/m².K, para a zona bioclimática 4, onde a cidade de Valparaíso está inserida.

A partir dos critérios mínimos de desempenho térmico definidos na ABNT NBR 15575-4: 2013 e a norma de Execução de Paredes de Concreto, a ABNT NBR 16055: 2012 chegou-se a uma espessura das paredes de 15,5 cm, a mesma empregada por Pedroso e Sposto (2013).

Foram selecionadas as formas de alumínio extrudado, compensado e plástico (Figura 2) por serem as mais empregadas na prática de mercado, como apresentado por Nakamura (2014), e a possibilidade de obtenção de informações obtidas junto à empresa construtora.

Figura 2 – Exemplo das formas estudadas. (A) Formas de alumínio; (B) formas de compensado; (C) Formas de plástico.



Fonte: Nakamura (2015)

2.2 Avaliação do ciclo de vida energético (ACVE)

A partir destas definições, partiu-se pra definição das variáveis a serem avaliadas neste estudo, sendo elas o consumo de materiais em massa (kg/m²), a energia incorporada de fabricação (EIF), a energia incorporada de transporte (EIT) e a somatória delas, a energia incorporada total (EITOT). Estas variáveis foram definidas para os três tipos de formas avaliadas.

Em um estudo de ACV ou ACVE é necessário definir uma unidade funcional. Segundo a NBR ISO 14040 (ABNT, 2009) a unidade funcional (UF) pode ser definida como a unidade de referência em um estudo de ACV. O principal objetivo da UF é proporcionar referencias para relacionar as entradas e saídas do sistema adotado e possibilitar a comparação entre diferentes estudos.

No presente trabalho foi adotada como UF a habitação apresentada na Figura 1. Para a construção desta habitação são necessários 196,11 m² de formas.

2.2.1 Energia incorporada de fabricação (EIF)

Sabendo que o volume de concreto das paredes será o mesmo, só foram levantadas o consumo de materiais e fatores energéticos (FE) das formas utilizadas. O consumo foi obtido de fabricantes e composições de insumos, como a TCPO (2012) e os FE a partir da literatura nacional, e estão apresentados no Quadro 1. Foi considerada perdas somente para as formas de compensado, de 15%, de acordo com dados da empresa construtora. Não foram considerados os escoramentos (mãos francesas), componentes e

acessórios utilizados para a montagem das formas (longarinas, parafusos, pregos, espaçadores e etc.). A EIF foi calculada a partir da Equação 1.

$$EIF = (FE \times m \times A \times (1+(P/100))/1000 \quad (1)$$

Onde,
FE – fator energético (MJ/kg)
m – consumo de material(kg/m²)
A – área de formas da habitação (m²)
P – perdas (%)
EIF – Energia incoporada de fabricação (GJ/habitação)

Quadro 1 – Dados para a realização da ACVE

Formas	**Consumo material (kg/m²)**	**FE (MJ/kg)**	**Fonte**	**Distância de transporte (Km)**
Alumínio Extrudado	20	17,3	Tavares (2006)	1141
Compensado	35	8	Tavares (2006)	1141
Plástico	9	95	Tavares (2006)	853

Fonte: Os autores

2.2.2 Energia incorporada de transporte (EIT)

Para a EIT foi adotado que o transporte das formas é realizado por caminhões a diesel. As distâncias foram levantadas das fábricas onde as formas são produzidas até o local fictício do canteiro de obras, localizado em Valparaíso, apresentadas no Quadro 1.

Quanto ao consumo de diesel foi adotado o valor de 0,0137 L/t.km, apresentado por Nabut Neto (2011), considerando as perdas e caminhões cheios na trajetória de ida (fábrica à localização do canteiro de obras) e vazios na trajetória de volta (canteiro à fábrica). Sabendo que 1L de óleo diesel equivale a 35,50 MJ (BEN, 2015), foi encontrado um coeficiente de 0,49 MJ/t.km, que foi utilizado para o cálculo da EIT de acordo com a equação 2.

$$EIT = (0,49 \times D \times m \times A \times(1+P/100))/1000 \quad (2)$$

Onde,
D – distância do material transportado da fábrica até o canteiro de obras (km)
m – consumo de material (t/m²)
A – área de formas da habitação (m²)
P – perdas (%)
EIT – energia incorporada de transporte (GJ/habitação)

2.2.3 Energia incorporada total (EITOT)

Para o cálculo da energia incorporada total (EITOT) foi utilizada a equação 3.

$$EITOT = EIF + EIT \quad (3)$$

Onde,
EITOT – energia incorporada total (GJ/habitação)

2.3 Avaliação dos custos

Para a avaliação dos custos foi realizada uma pesquisa junto a empresa executora de paredes de concreto, avaliando as formas de alumínio e plástico, estas que possuem maior número de reutilizações, respectivamente. Foi avaliado somente os custos para aquisição das formas, apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa

Formas	**Custo unitário de aquisição (R$/m²)**
Alumínio Extrudado	1150
Plástico	500

Fonte: Os autores a partir dos dados da empresa construtora entrevistada

Os custos total de aquisição foram calculados utilizando a equação 4.

$$CT = Qxc \quad (4)$$

Onde,
Q – quantidade total para o projeto escolhido (m²)
c – custo unitário de aquisição (R$/m²)
CT – custo total de aquisição (R$/habitação)

2.4 Avaliação do fator reutilização das formas

Para a definição do número de reutilizações de cada uma das formas, foi realizada também a partir da pesquisa junto à empresa executora de paredes de concreto da região. Desta forma, adotaram-se os seguintes números de reutilizações:

- Alumínio extrudado: 1000 vezes;
- Compensado: 50 vezes;
- Plástico: 100 vezes.

O consumo de energia total (ETOT) e os custos foram divididos pelo número de reutilizações das formas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

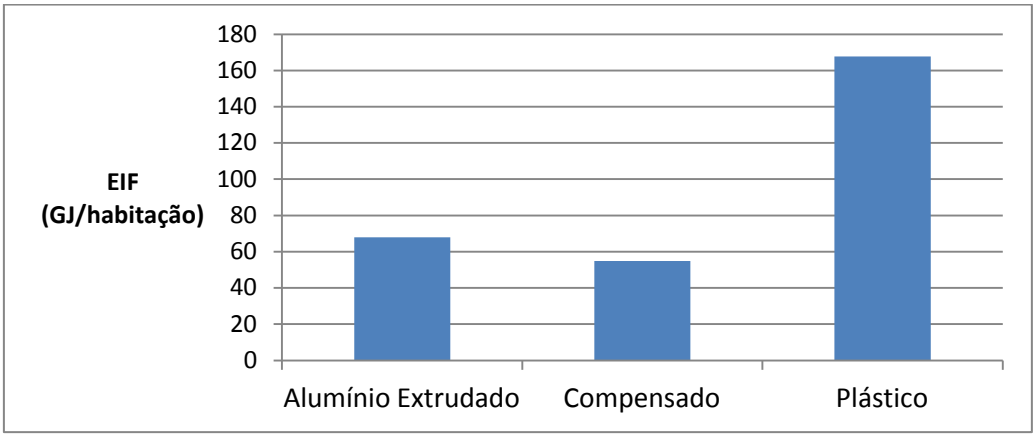
Nesta seção são apresentados os resultados obtidos, divididos no item de ACVE e avaliação de custos.

3.1 Avaliação do ciclo de vida energético (ACVE)

Os resultados encontrados da ACVE foram divididos nas etapas de

fabricação, transporte e total. Na Figura 3 é apresentada a energia incorporada de fabricação.

Figura 3 - Comparação da energia incorporada de fabricação entre os três tipos de formas



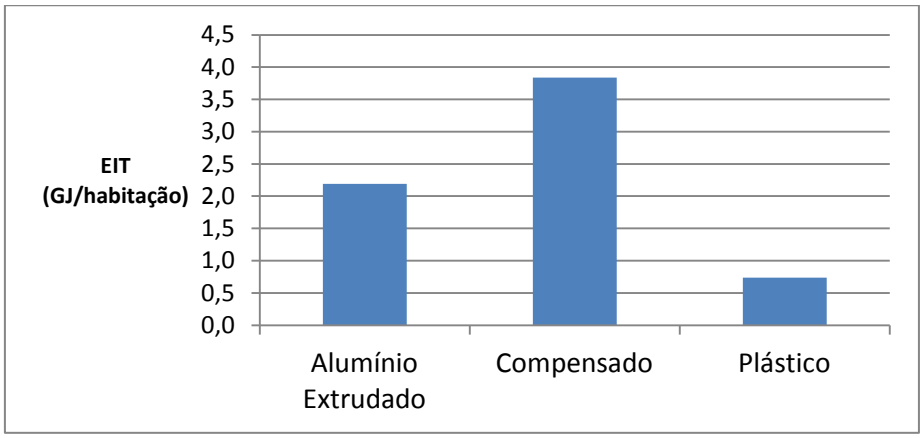
Fonte: Os autores

Para a energia incorporada de fabricação (EIF) as formas de plástico apresentaram maiores valores, seguidas da de alumínio extrudado e compensado. Embora as formas de plástico apresentem menor valor de massa, seu elevado fator energético (FE), foi o responsável pelo elevado valor de EIF.

As formas de alumínio apresentam massa e FE intermediário, enquanto as formas de compensado apresentam maior massa e menor FE. Portanto, do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, deve ser pensado na desmaterialização da construção, a fim de diminuir o consumo de materiais como também especificação de materiais, componentes e sistemas que consumam menor quantidade de energia em seus processos produtivos.

Na Figura 4 é apresentada os valores de energia incorporada da etapa de transporte.

Figura 4 - Comparação da energia incorporada de transporte entre os três tipos de formas



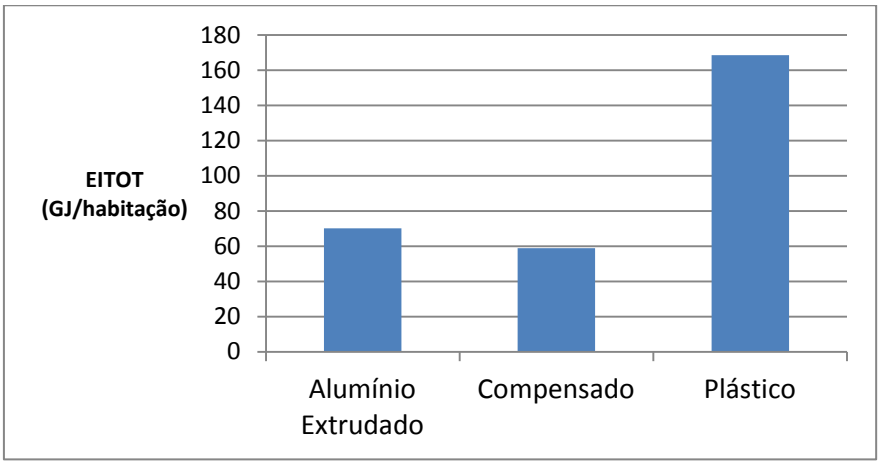
Fonte: Os autores

Para a energia incorporada de transporte (EIT) as formas de compensado foram as que apresentaram maiores valores, seguido da de alumínio e plástico. As formas de compensado, apesar de serem originadas da mesma fábrica das formas de alumínio, possuem maior massa, o que resultou no maior consumo de combustível do meio de transporte adotado. As formas de plástico apresentaram menores valores de EIT, pois além da sua menor massa, a distância adotada da fábrica de produção ao canteiro de obras também foi o menor.

Nota-se que do ponto de vista da sustentabilidade ambiental, a necessidade de especificação de materiais mais leves e localizados mais próximos ao canteiro de obras.

Na Figura 5 são apresentados os valores de energia incorporada total para as formas avaliadas.

Figura 5 - Comparação da energia incorporada total entre os três tipos de formas

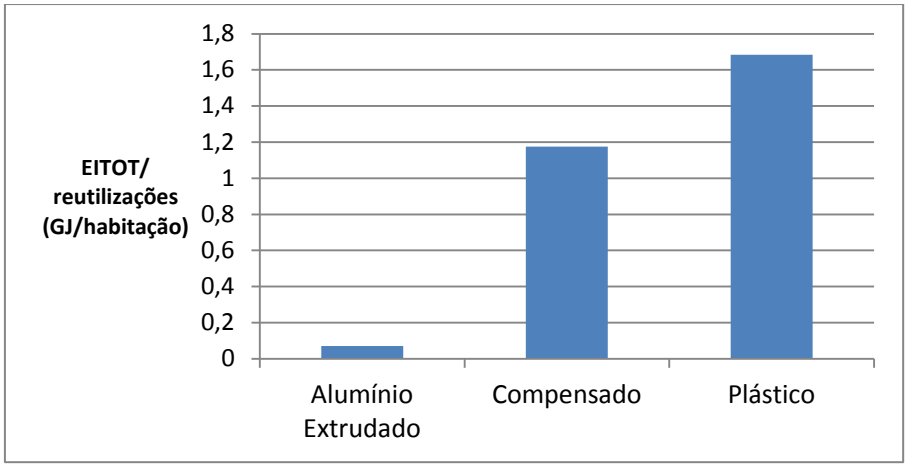


Fonte: Os autores

As formas de plástico apresentaram maior valor de energia total (EITOT), seguidas da de alumínio e compensado. É possível observar que a energia da etapa de fabricação exerce maior influência que a energia consumida no transporte, para a realidade da cidade de Valparaíso-GO. Para outras localidades, o impacto da etapa de transporte pode ser mais importante, o que pode ser explorado em futuras pesquisas.

Apesar da vantagem final das formas de compensado, quando se analisa em função do número de reutilizações obtém diferentes resultados como é apresentado na Figura 6.

Figura 6 - Comparação da energia incorporada total relacionando com a reutilização das formas



Fonte: Os autores

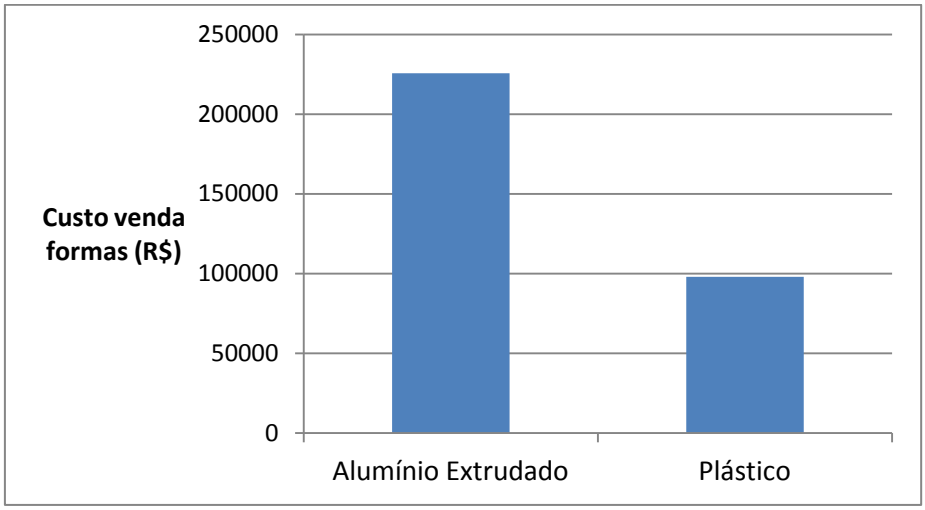
Observa-se que a forma de alumínio apresentou o menor consumo total de energia (EITOT), resultado do seu elevado número de reutilizações, 10 vezes superior às formas de plástico e 20 vezes superior as formas de compensado. Conclui-se assim a importância da especificação de sistemas de maior vida útil e durabilidade, resultando em uma considerável redução do consumo de energia ao longo do ciclo de vida destas formas.

É importante ressaltar que o fator reutilizações é decisivo em casos onde as formas são utilizadas muitas vezes, como é o caso de obras financiadas pelo "Programa Minha Casa Minha Vida" da CEF, em que existem construções seriadas e repetitivas, objeto de estudo do presente trabalho.

3.2 Avaliação dos custos

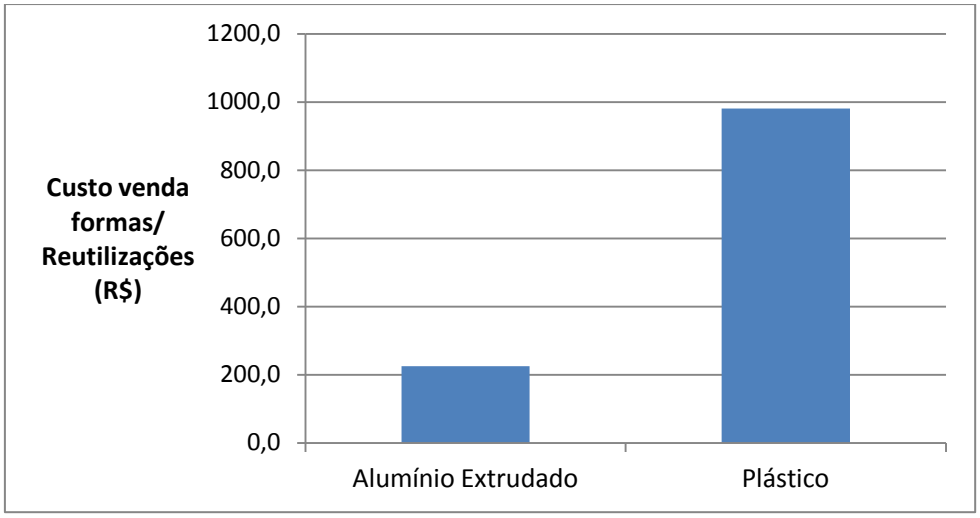
Os resultados da avaliação de custos das formas de alumínio e plástico estão apresentados nas Figuras 7 e 8.

Figura 7 - Comparação dos custos de aquisição das formas de alumínio e plástico



Fonte: Os autores

Figura 8 - Comparação dos custos de aquisição das formas de alumínio e plástico relacionado com o fator reutilizações



Fonte: Os autores

Primeiramente, quando se avalia os custos totais as formas de plástico apresentam ser mais vantajosas do ponto de vista econômico, consequência do menor custo unitário quando comparadas as formas de alumínio. No entanto, quando se analisa o fator reutilizações, observa-se que a forma de alumino novamente se mostra a mais vantajosa, com uma vantagem de 77%.

4 CONCLUSÕES

No presente trabalho foi utilizado a avaliação de Ciclo de Vida Energético (ACVE) e avaliação de custos a fim de se comparar três tipos de formas que podem ser utilizadas em sistemas de parede de concreto moldadas no local, sendo elas a forma de alumino extrudado, compensado e de plástico. Foi utilizado um projeto habitacional, modelo Caixa Econômica Federal, em que foi levantada a quantidade de formas necessárias para sua execução, para a realidade da cidade de Valparaíso - GO.

Foi avaliada a energia incorporada de fabricação das formas (EIF), em que a forma de compensado apresentou menor valor, seguida da de alumínio extrudado e de plástico. Para energia incorporada de transporte (EIT) a forma de plástico apresentou menor valor, seguida da de alumínio e compensado. Ao final, a forma de compensado apresentou menor energia incorporada total (EITOT) seguida da de alumínio e de plástico. Foi observada a pequena participação da etapa de transporte para a localidade escolhida.

No entanto, quando se avalia o número de reutilizações, a forma de alumínio se apresenta a mais vantajosa, seguida da de compensado e plástico.

Conclui-se que do ponto de vista da sustentabilidade ambiental é necessário especificar materiais, componentes e sistemas mais leves, que consumam menor quantidade de energia durante a fabricação e possuam maior vida

útil e durabilidade. Por fim, foi observado que o quesito número de reutilizações pode ser decisivo na escolha do tipo de formas para paredes de concreto voltadas para programas habitacionais como o "Minha Casa, Minha Vida".

Em relação aos custos, as formas de alumínio também se mostraram as mais vantajosas quando é levado em consideração o fator reutilização.

Recomenda-se para estudos futuros a avaliação de diferentes localidades e o impacto da etapa de transporte, seleção de outros tipos de formas, como a de aço, por exemplo, adoção de outros aspectos ambientais como emissões de CO_2, consumo de água e também abordar questões de produtividade.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN) 2015: **Relatório Síntese ano base 2014.** Brasília-DF, 2015.

CAO, X.; LI, X.; ZHU, Y.; ZHANG, Z. A comparative study of environmental performance between prefabricated and traditional residential buildings in China. **Journal of Cleaner Production**. p. 1-13. 2015.

CARMINATTI JÚNIOR, R. **Análise do Ciclo de Vida Energético de Projeto de Habitações de Interesse Social Concebido em Light Steel Framing**. 2012. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade de São Carlos, São Carlos, 2012.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. Governo Federal. Cartilha do Programa Minha Casa Minha Vida. 2015.

KUHN, E. A.; SATTLER, M. Avaliação ambiental de protótipo de habitação de interesse social mais sustentável. In: XI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2006, Florianópolis. **Anais...**Florianópolis: UFSC, 2006.

NABUT NETO, A.C. **Energia Incorporada e Emissões de CO2 de Fachadas. Estudo de Caso do Steel Frame para Utilização em Brasília. 2011**. Dissertação (Mestrado) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2011.

NAKAMURA, J. Escolha de fôrmas para paredes de concreto deve considerar critérios técnicos e econômicos. **Revista Techne**. Edição 202, janeiro, 2014.

NAKAMURA, J. Sistema de paredes de concreto recebe tecnologias inovadoras que atendem à Norma de Desempenho e empregam racionalidade às obras de interesse social. **Revista Infraestrutura Urbana**. Edição 53, dezembro, 2015.

PAULSEN, J.S. & SPOSTO, R.M. A Life Cycle Energy Analysis of Social Housing in Brazil: Case Study for the Program "MY HOUSE MY LIFE". **Energy and Buildings** n.57 (2012). p.95-102.

PEDROSO, G. M. P. **Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE) de Sistemas de Vedação de Habitações**. 2015. Tese (Doutorado) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

PEDROSO, G. M.; SPOSTO, R. M. Análise do ciclo de vida energético (ACVE) de habitações de interesse social (HIS) de paredes de concreto. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, VI Encontro Brasileiro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 24-26 Julho, 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013.

PEDROSO, G. M; CAMPOS, D. P.; PAIVA, L. A.; SPOSTO, R. M. Energia incorporada na fase de pré-uso de paredes de concreto armado moldadas in loco – Estudo de caso no DF. 3º Congresso Internacional Sustentabilidade e Habitação de Interesse Social. Porto Alegre, RS, 28 a 30 de abril de 2014, **Anais...** EDIPUCRS, 2014.

TABELA DE COMPOSIÇÃO DE PREÇOS PARA ORÇAMENTOS (TCPO). **TCPO 14**. 14 ed. São Paulo: Pini, 2012.

TAVARES, S.F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras.** Tese de Doutorado em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

WEN, T. J.; SIONG, H. C.; NOOR, Z. Z. Assessment of embodied energy and global warming potential of building construction using life cycle analysis approach: Case studies of residential buildings in Iskandar Malaysia. **Energy and Buildings**. p. 295-302. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MICROCLIMA URBANO: COMPARAÇÃO ANTES E PÓS INTERVENÇÕES URBANISTICAS EM CUIABÁ-MT[1]

PAULA, Diana Carolina Jesus de (1); MIRANDA, Soneize Auxiliadora de (2); VALIN JR., Marcos de Oliveira (3); SOUZA, Natallia Sanches e (4); NOGUEIRA, José de Souza (5); NOGUEIRA, Marta Cristina de Jesus Albuquerque (6); SANTOS, Flávia Maria de Moura (7);

(1) PPGFA-UFMT, e-mail: arqdiana.paula@gmail.com; (2) PPGFA-UFMT, e-mail: soneize@gmail.com; (3) PPGFA-UFMT, e-mail: marcos.valin@cba.ifmt.edu.br; (4) PPGFA-UFMT, e-mail: natalliass@hotmail.com; (5) PPGFA-UFMT, e-mail: nogueira@ufmt.br; (6) PPGFA-UFMT, e-mail: mcjanp@gmail.com; (7) PPGFA-UFMT, e-mail: flavia_mms@hotmail.com

RESUMO

Cuiabá-MT foi uma das sub-sedes da Copa do Mundo FIFA em 2014 no Brasil, entretanto, para tal, realizaram-se intervenções, com relação à infraestrutura e mobilidade urbana, promovendo alteração de densidade das áreas construídas, pavimentadas e verdes. O adensamento urbano e a supressão de vegetação são fatores determinantes na modificação do comportamento termohigrométrico de uma área urbana. Esta pesquisa, tem como objetivo avaliar o impacto das intervenções realizadas para sediar o evento no município, utilizando como referencial dados registrados na estação do verão em 2012 e 2016. Foram analisados a influência dos tipos de cobertura do solo no microclima através de transecto móvel noturno com veículo automotor, passando por 05 pontos da malha urbana. Observa-se que as intervenções urbanas realizadas, influenciaram de forma significativa no comportamento microclimático em todos os pontos analisados. Os dados quando comparados a estação do verão de 2012 e 2016, ou seja, antes e pós intervenções, encontra-se aumento significativo da temperatura e redução significativa da umidade relativa do ar. Devido a alteração da cobertura do solo, pois houve aumento de área com utilização de materiais que impermeabilizaram o solo, interferindo no balanço de energia com produção de calor no meio.

Palavras-chave: Clima. Cobertura do solo. Vegetação. Urbanização.

ABSTRACT

Cuiabá-MT was one of the FIFA World Cup sub-offices in 2014 in Brazil, however, for such, there were interventions with regard to infrastructure and urban mobility by promoting change in density of the built, paved and green areas. The urban density and vegetation removal are determining factors in the modification of termohigrometric behavior of an urban area. This research aims to evaluate the impact of interventions to host the event in the city, using as reference data recorded in the summer season in 2012 and 2016. We analyzed the influence of the types of land cover in the microclimate at night mobile transect with motor vehicle, through 05 points of the urban network. It is observed that urban interventions influenced significantly in the microclimatic behavior in every point. The data compared the summer season 2012 and 2016, is before and after interventions is significant rise in

[1]PAULA, Diana Carolina Jesus de; et al. Microclima urbano: comparação antes e pós intervenções urbanisticas em CUIABÁ-MT In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

temperature and a significant reduction in relative humidity. Due to change of land cover, because there area increase with the use of materials that waterproofs the soil, interfering with the energy balance with heat production in the middle.

***Keywords**: Climate. Groundcovers. Vegetation. Urbanization.*

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Cuiabá-MT foi uma das 12 sub-sedes da Copa do Mundo FIFA de 2014 no Brasil. Para tanto o município, passou por diversas obras de infraestrutura e mobilidade urbana. Sofreu várias mudanças em relação as áreas pavimentadas e áreas verdes, como retirada de arborização e supressão de canteiros para implantação do Veículo Leve sobre Trilhos (VLT), tendo um aumento no uso de materiais em concreto nas diversas construções.

O microclima urbano tem sofrido influência ao longo do tempo, pelo aumento das grandes áreas pavimentadas, supressão de áreas verdes, intensificação do uso e ocupação do solo, causando aumento da temperatura e consequente diminuição da umidade relativa do ar, principalmente quando estão relacionados com intervenções urbanas.

De acordo com OKE (1978), o clima urbano pode ser definido como o resultado das modificações causadas pelo processo de urbanização da superfície terrestre e da interferência dessa urbanização nas características da atmosfera de um determinado local. A cidade gera um clima próprio, resultante da interferência de todos os fatores que se processam sobre a camada limite urbana e que agem no sentido de alterar o clima local (MONTEIRO, 1976).

As transformações na paisagem da cidade decorrentes do crescimento populacional, adensamentos urbanos, supressão da vegetação nativa, impermeabilização do solo, canalização de córregos, aumento do fluxo de veículos automotores e atividades industriais intensas, propiciam ganhos de calor no meio (AMORIM, 2000). Enquanto, áreas sob influência de grandes massas de vegetação, apresentam características próprias, com microclimas diferentes das outras áreas, pois interferem no balanço de energia em função dos seus processos biológicos de fotossíntese e evapotranspiração (OLIVEIRA, COSTA, 2005).

Estudos descritivos do clima urbano têm mostrado que tanto em área tropical quanto temperada, a alteração do microclima local está associado aos efeitos de transformação de energia na área urbana em função de sua morfologia, propriedades térmicas dos materiais das superfícies, e da produção de calor antropogênico (ASSIS, 2005).

O fenômeno mais representativo das modificações que contribuem para o armazenamento de calor durante o dia na cidade, devido as propriedades térmicas e caloríficas dos materiais de construções e sua devolução para a atmosfera a noite, é a ilha de calor (SANTOS, 2013). Esta corresponde a um maior aquecimento positivo de uma área urbana em relação ao seu

entorno, onde sua intensidade é maior à noite, poucas horas após o pôr do sol, sendo melhor visualizado em dias de ventos calmos e céu claro (ANJOS *et al.*, 2012).

Desta maneira, este artigo tem como objetivo avaliar o impacto das intervenções urbanas realizadas para Copa de 2014 no município de Cuiabá-MT, tendo como referencial os dados registrados em 05 pontos da cidade na estação do verão de 2012 (SANTOS, 2012) e 2016, tomando-se a temperatura e umidade relativa do ar. Ou seja, antes e pós intervenções, onde em todos os pontos foram analisados: a influência da cobertura do solo no microclima; presença e/ou supressão de áreas verdes; o comportamento termo higrométrico e suas possíveis interferências no microclima e sua relevância para as cidades com intervenções urbanísticas para sediar megaeventos.

2 ÁREA DE ESTUDO E METODOLOGIA

Este estudo foi desenvolvido no município de Cuiabá-MT, situado na região Centro Oeste do Brasil a 15°35'46" latitude Sul e 56°05'48" de longitude Oeste, com altitude média inferior a 200m acima do nível do mar. Possui uma área de 3.538,17km², correspondendo 254,57km² à macrozona urbana e 3.283,60km² à área rural.

O perfil climático é o tropical continental semi-úmido do tipo Aw, segundo a classificação de Köppen-Geiger, com quatro a cinco meses secos (maio a setembro) e máximas diárias de temperatura que oscilam entre 30°C e 36°C, apresentando duas estações bem definidas, uma seca (outono-inverno) e uma chuvosa (primavera-verão) (SANTOS, 2013).

A metodologia para a coleta de temperatura e umidade do ar consistiu na utilização de transecto móvel noturno utilizando um veículo automotor, passando por 05 pontos na cidade, estabelecidos pelas diferenças cobertura do solo.

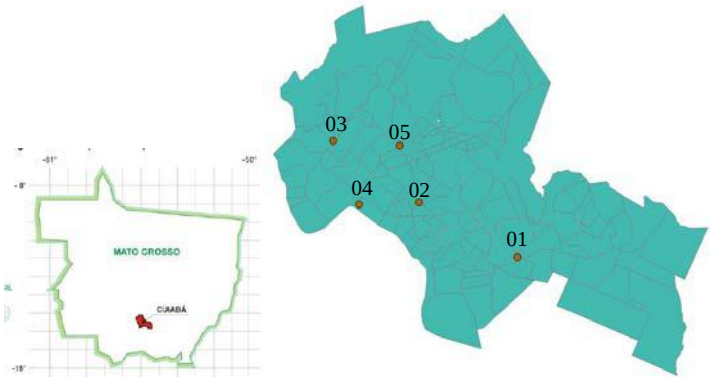
Katzschner (1997), propõe uma integração entre as escalas climáticas e as do planejamento urbano como meio de viabilizar as relações do clima urbano com o planejamento. Prakasam (2010), diz que a cobertura do solo se refere aos componentes que revestem a superfície terrestre, englobando solos e rochas, vegetação e florestas, água ou neve, refletindo o estado biofísico do sistema terrestre. Enquanto, que o uso do solo está relacionado com as atividades humanas sobre a terra, tais como agricultura e pastagem, construções, lazer e turismo, mineração, desflorestamento, envolvendo a modificação dos ambientes naturais.

Para a classificação da cobertura do solo urbano, foram utilizadas imagens de satélite com alta resolução dos anos de estudo, disponibilizadas pelo software Google Earth, estabelencendo um raio de influência de 200m entorno de cada ponto. Para a classificação do solo, utilizou-se software específico empregando o método de classificação supervisonada, pois segundo Augusto-Silva *et al.* (2013) é o método que obteve melhor

desempenho visando o mapeamento do uso e cobertura do solo. Desta forma, utilizou-se a seguinte classificação: cobertura paisagística, cobertura abórea, solo exposto, área pavimentada, área edificada e corpos d' água.

Foram realizadas em medições, tomando-se como ponto 01 – Rotatória Tijucal, ponto 02 –Viaduto UFMT, ponto 03 – Trincheira Santa Rosa, ponto 04 – Rotatória Porto e ponto 05 – Viaduto Miguel Sutil. Sendo os pontos 01 e 04 localizados em áreas com características de regiões periféricas e os demais pontos em áreas com características centrais da cidade, conforme Figura 1a e 1b.

Figura 1(a) - Localização de Cuiabá/ 1(b) - Locação dos Pontos analisados



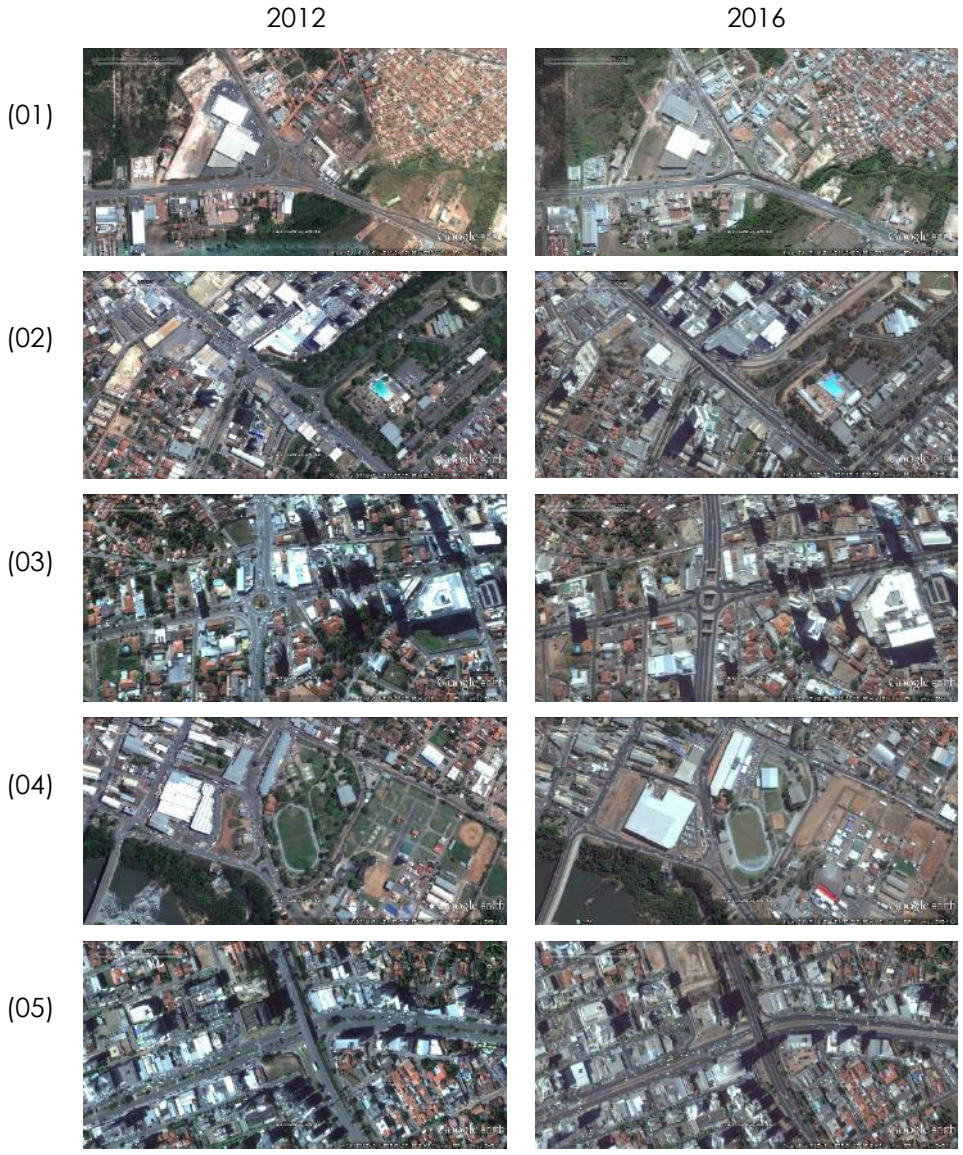
Fonte: Oliveira (2011) / Acervo do autor

Utilizou-se Datalogger com GPS, modelo GK_V02 obtendo as coordenadas geográficas angular e posteriormente convertendo em UTM (Universal Transversa de Mercator), utilizando Datum WGS84 Zona 21S, para precisão dos locais de medições dos pontos. Também utilizou-se o RTL-10709 sensor de temperatura e umidade relativa do ar, modelo AM2302, protegido por abrigo, acoplado na lateral de um veículo, aproximadamente a 2,00m do solo. A acurácia do sensor de umidade relativa é de 2 - 5%, operando em intervalo de 0 a 100% e temperatura com acurácia de +/- 0,5°C, com leitura -40 a 80°C.

Os instrumentos foram sincronizados em ciclo de medição de 10 segundos, ou seja, para cada dado de temperatura e umidade obteve-se a coordenada do ponto. A coleta de dados com veículo requer que o tempo gasto entre a medida do ponto inicial e no ponto final do itinerário não ultrapasse uma hora, com velocidade que deve variar entre 30 e 40km/h (ARAUJO, *et al.*, 2008).

As medições foram realizadas na estação do verão de 2016 e 2012 (SANTOS, 2012) a partir das 20h, horário que as temperaturas não experimentam mudanças rápidas pela ausência da radiação solar, justamente pela diferença de tempo entre a primeira e a última medida, conforme Figura 2.

Figura 2 – Imagens dos pontos nos anos de 2012 e 2016



Fonte: Imagens retiradas do Google Earth

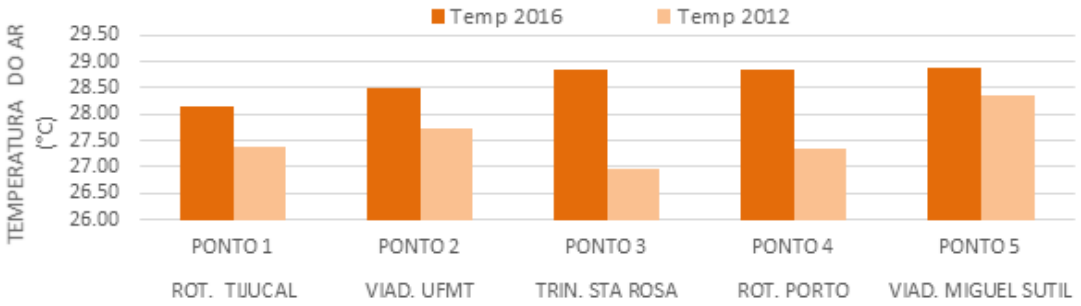
Para as coletas de dados, foram feitas planilhas no programa EXCELL 2013, separados por ponto e por ano, contudo para as análises estatísticas fez-se o uso do software SPSS 22.0, com as médias dos registros de temperatura e umidade relativaa do ar com a finalidade de comparar as diferenças entre os dados dos anos de 2012 e 2016 na estação do verão, utilizando as coordenadas geográficas em UTM, para precisão dos locais de medições dos pontos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As comparações e análises das condições Termo higrométricas para a cidade de Cuiabá-MT antes e pós intervenções intraurbanas são avaliadas por meio de gráficos de temperatura e umidade relativa do ar separados por ano e por ponto.

O comportamento da temperatura do ar na estação do verão em 2016 apresentou aumento em relação a 2012 com variação miníma 0,55°C no ponto 05 e máxima de 1.86°C no ponto 03, ambos os pontos situados em regiões centrais da cidade, conforme Figura 3.

Figura 3 – Comparação das médias das temperaturas do ar em 2012 e 2016



Observa-se que as maiores diferenças de temperatura do ar estão entre os pontos 03 e 04, onde ambos passaram por intervenções urbanas. No Ponto 03 as intervenções realizadas, foram relacionadas à mobilidade urbana, com a execução da Trincheira Santa Rosa através do aumento de área pavimentada, no entanto no ponto 04, observou-se tanto aumento de área pavimentada como, projeção de área edificada, além de diminuição de cobertura paisagística. Entretanto, as menores diferenças são observadas nos pontos 01, 02 e 05, sendo que nos pontos 01 e 02 a variação é de 0,77°C e no ponto 05 de 0,55°C.

Cuiabá apresenta baixa frequência e velocidade média dos ventos, que torna a influência do espaço construído sobre a temperatura do ar mais perceptível, já que as trocas térmicas por convecção são minimizadas (OLIVEIRA, 2011).

Para as análises estatísticas foram utilizados os testes de Kolmogorov-Sminorv (KS) e Shapiro-Wilk (SW) para verificação da normalidade dos dados, onde em ambos os testes os dados de temperatura do ar nos anos de 2012 e 2016 no verão não são normais, apresentando valor de Sig. 0,00 < 0,05, conforme tabela 1 .

Tabela 1 - Testes de Normalidade

ANO		**Kolmogorov-Smirnov[a]**			**Shapiro-Wilk**		
		Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
TEMP °C	2012.0	0,15	90	0,00	0,95	90	0,00
	2016.0	0,21	294	0,00	0,90	294	0,00

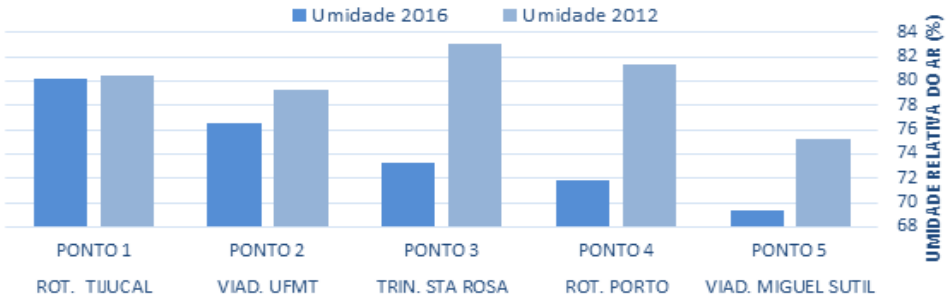
Para a verificação da homogeneidade e significância entre os dados, utilizou-se o Teste de Levene e o Teste-t respectivamente, apresentando não homogeneidade e diferença significativa com valores de Sig. 0,00 < 0,05, ou seja, as diferenças das temperaturas do ar entre os anos são significativas estatisticamente, conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Teste de igualdade

Teste de Levene			**Teste - t**						
UMID.%	Z	Sig.	t	df	Sig.	Diferença média	Erro Padrão da diferença	95% intervalo de Confiança da diferença	
Var. Iguais assum.	46,34	0,00	- 9,85	382	0,00	-1,09	0,11	-1,31	-0,87
Var. Iguais não assum.			-8,18	116,71	0,00	-1,09	0,13	-1,36	-0,83

Para a análise da umidade do ar, os pontos que apresentam as maiores diferenças são 03, 04 e 05. Sendo, os pontos 03 e 04 as maiores reduções, aproximadamente 10%, e no ponto 05 aproximadamente 6%, conforme Figura 4.

Figura 4 - Comparação das médias das temperaturas do ar em 2012 e 2016.



Os pontos 03 e 05 estão localizados em região central da cidade, com aumento de e área pavimentada e projeção de área construída. Entretanto, o ponto 04 está situado em região periférica da cidade com alta presença de cobertura paisagística, arbórea e corpos d' água (Rio Cuiabá).

Franco (2012), em estudo realizado na região do porto na Cidade de Cuiabá-MT observa-se as maiores temperaturas e menores umidades relativas médias do ar no período noturno em todas as estações do ano, devido à ação antrópica, uso e ocupação do solo e área construída, posto que há uma liberação do calor absorvido pela superfície edificada

Para as análises estatísticas, quanto à normalidade foram utilizados os testes de Kolmogorov-Sminorv (KS) e Shapiro-Wilk (SW), onde tomou-se por base os resultados somente do Teste KS, pois é o recomendado para amostragens maiores que 30 (LOPES *et al.*, 2013). Observa-se pelo Teste KS que os dados de umidade do ar de 2012 apresentam normalidade, com valor de Sig. 0,107 > 0,05, entretanto os dados de 2016 apresentam valor de Sig. 0,000 < 0,05, ou seja, não apresentando normalidade, conforme Tabela 3.

Tabela 3 - Teste de normalidade

		Kolmogorov-Sminorv			Shapiro-Wilk		
	ANO	Estatistica	df	Sig.	Estatistica	df	Sig.
UMIDADE %	**2012**	0,08	90	0,10	0,96	90	0,00
	2016	0,14	294	0,00	0,93	294	0,00

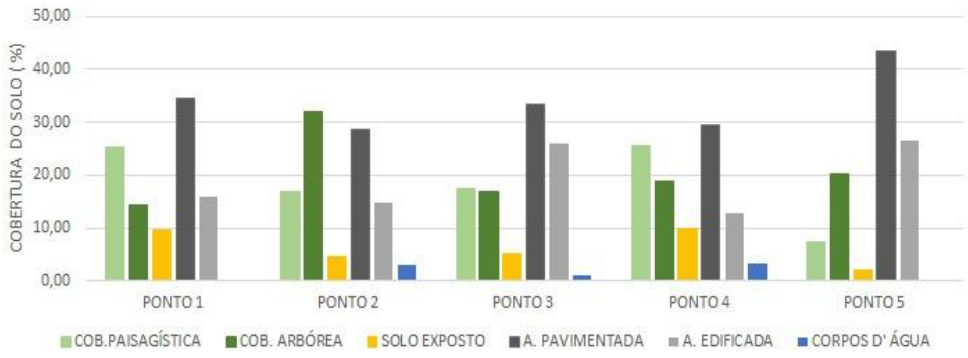
Para os testes de homogeneidade e significância entre os dados, utilizou-se os Teste de Levene e o Teste-t respectivamente, apresentando para ambos os anos valores de Sig. 0,00 < 0,05, ou seja, as diferenças da umidade do ar entre os anos por ponto são significativas estatisticamente, conforme Tabela 4.

Tabela 4 - Teste de igualdade

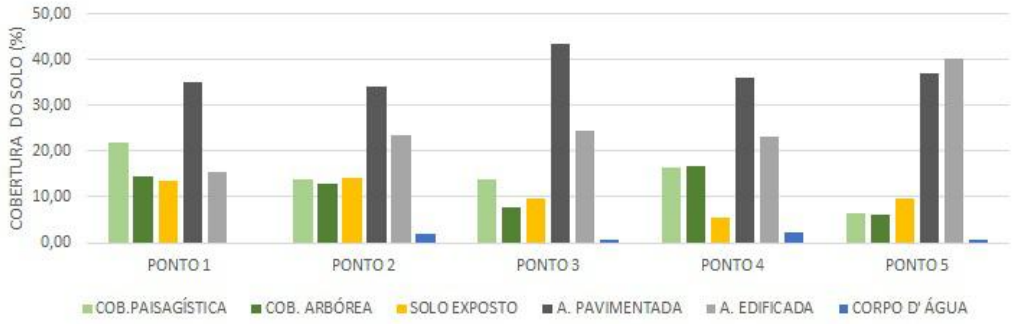
Teste de Levene			**Teste - t**						
	Z	Sig.	t	df	Sig.	Diferença média	Erro Padrão da diferença	95% intervalo de Confiança da diferença	
UMID.%									
Var. Iguais assum.	46,34	0,00	7,93	382	0,00	5,35	0,67	4,02	6,67
Var. Iguais não assum.			9,79	223,32	0,00	5,35	0,54	4,27	6,42

A influência da cobertura do solo urbano é observada através do aumento de temperatura e diminuição da umidade do ar significativa nos pontos 03, 04 e 05, pois estão situados em áreas que tiveram aumento de área pavimentada e projeção de área edificada em relação ao ano de 2012, conforme figura 5.

Figura 5 – Cobertura do solo (a) 2012 (b) 2016



(a)



(b)

Observa-se, nos pontos 02, 03 e 04 os maiores aumentos de área pavimentada, sendo: 5%, 10% e 7%, respectivamante. No entanto, nos pontos 02 e 04 encontra-se também os maiores aumentos de projeção de área edificada, aproximadamente 9% e 10%, e no ponto 05, 14% aproximadamente. Parte deste aumento deve-se as intervenções urbanas relacionadas a mobilidade urbana, com a execução do Viaduto da UFMT (02), Trincheira Santa Rosa (03) voltada a travessia urbana e o Viaduto da Miguel Sutil (05) com a implantação do corredor estrutural de transporte coletivo – VLT (em andamento).

Com relação a cobertura paisagística, observa-se o ponto 01 com a maior redução de área, aproximadamente 9%. No que se refere a cobertura arbórea, os maiores valores de redução são encontrados nos pontos 02, 03 e 05, sendo: 19%, 9% e 14%. A Alteração do tipo de cobertura do solo por diversos tipos de materiais, interfere no balanço de energia, pois aumenta a absorção da radiação solar através do baixo albedo dos materiais, o que reduz a evapotranspiração devido a diminuição da cobertura vegetal e aumento de superficíes impermeabilizdas, posto que estes possuem maior capacidade calorífica e boa condutividade térmica, influenciando na temperatura do ar (GARCIA, 2010; GARTLAND, 2010).

No pontos com presença de corpos d' água, observa-se o ponto 02 com maior valor de redução, sendo 1,20% devido a canalização de parte do córrego do Barbado para expansão da malha viária. No que se refere a solo exposto, os maiores valores são encontrados nos pontos 02 e 05, sendo 9% e 7% respectivamente. Segundo Chen et al. (2006) em estudo sobre ilha de calor e sua influência no clima regional, encontrou regiões de solo exposto mais aquecidas que os demais tipos de cobertura.

4 CONCLUSÕES

Este artigo apresentou um estudo comparativo entre os anos de 2012 e 2016, na estação do verão, considerando o impacto causado no microclima pelas obras da Copa do Mundo de 2014 em Cuiabá-MT.

Desta forma, os pontos 03 e 04 apresentaram as maiores temperaturas e as maiores reduções de umidade relativa do ar. Devido as intervenções relativas a mobilidade urbana, através de alargamento e construção de

novas vias, diminuição de canteiros centrais, aumento de projeção de área edificada, com a revitalização do centro esportivo Dom Aquino, além de ampliação e construção de centros comerciais em seu entorno. Consequentemente, obtiveram redução de cobertura arbórea, paisagística e aumento de solo exposto.

Observa-se que as intervenções urbanas realizadas, influenciaram de forma significativa no comportamento microclimático em todos os pontos analisados. Os dados quando comparados na estação do verão de entre 2012 e 2016, ou seja, antes e pós intervenções, encontra-se aumento da temperatura e redução significativa das variavéis microclimática analisadas, devido a alteração da cobertura do solo, pois houve aumento de área com utilização de materiais que impermeabilizaram o solo, interferindo no balanço de energia com produção de calor no meio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES pela ajuda e apoio financeiro no desenvolvimento desta pesquisa.

REFRÊNCIAS

AMORIM, M. **O clima urbano de Presidente Prudente-SP**. Tese (Livre Docência) - Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo - São Paulo: USP, 2000.

ANJOS, M. W.B.; GOIS, D.V.; CRUZ, R.; LIMA, L. P. (2012) Climatologia urbana e espaços verdes: contributo ao planejamento das cidades. **Revista Geonorte**, v.2, p. 233-245.

ARAUJO, A.P.; ALEIXO, N. C. R.; MENEZES, B.B.; SOUZA, C. G.; RIVERO, C. A. V.; MONTEZANI, E.; BRAIDO, L. M. H.; TEODORO, P. F. M.; AMORIM, M. C. C. T. Ensaio metodológico sobre a utilização de transectos móveis no período diurno em Presidente Prudente-SP. **Revista Formação**, v. 1, p.77-95, 2008.

AUGUSTO-SILVA, P. B.; VALÉRIO, L. P.; SANTOS, T. B.; ALCÂNTARA, E. H.; STECH. J. L. Análise de classificadores para mapeamento de uso e cobertura do solo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 16, 2013, Foz do Iguaçu. **Anais**. Foz do Iguaçu: Instituto de Pesquisas Espaciais, 2013. p. 2424- 2430.

ASSIS, E. S. (2005) A abordagem do clima urbano e aplicações no planejamento da cidade: reflexões sobre uma trajetória. In: ENCAC – ELACAC. Macéio: Alagoas, 2005.

CHEN, X. L.; ZHAO, H. M.; LI, P. X.; YIN, Z. Y. Remote sensing image-based analysis of the relationship between urban heat island and land use/cover changes. **Remote Sensing of Environment**, New York, v.104, p.133-146, 2006.

FRANCO, M. F.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise microclimática em função do uso e ocupação do solo em Cuiabá-MT. **Mercator**, Fortaleza, v.11, p. 157-170, 2012.

GARCIA, M. C. M. Climatologia Urbana. Textos Docente. 2.ed. Barcelona, 2010.

GARTLAND, L. (2010) **Ilhas de calor:** como mitigar zonas de calor em áreas urbanas. São Paulo: Oficina de textos, 2010. 243p.

KATZCHNER, L. Urban climate studies as tools for urban planning and architeture. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 5, 1997, Salvador. **Anais**. 1997. p. 49-58.

LOPES, M. M.; CASTELO BRANCO, V. T. F.; SOARES, J. B. Utilização dos testes estatísticos de Kolmogorov-Smirnov e Shapiro-Wilk para a verificação da normalidade para materiais de pavimentação. **Revista Transportes**, v.21, p. 68-88. 2013.

MONTEIRO, C. A. **Teoria e clima urbano**.1976. 181f. Tese (Livre Docência) – Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1976.

OLIVEIRA, L. A.; COSTA, A. C. Influência da arborização na temperatura e umidade do ar no campus da UFPA. In: XIV CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, Santa Maria-RS. 2005, p.26-27.

OLIVEIRA, A. S. **Influência da vegetação arbórea no microclima e uso de praças públicas**. 2011. 146f. Tese de Doutorado – Instituto de Pós-Graduação em Física-Ambiental, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2011

OKE, T. R. **Boundary layer climates**. Nova York: Methuen, 1978.

PRAKASAM, C. Land use and land cover change detection trough remote sensing approach: a case study of Kodaikanal taluk, Tamil nadu. **International Journal of Geometrics and Geosciences**, v. 1, p. 150-158, 2010.

SANTOS, F. M. M.; NOGUEIRA, M. C. J. A. Análise da influência da ocupação do solo na variação termo-higrométrica por meio de transectos noturno em Cuiabá-MT. **Revista Caminhos de Geografia**, v.13, p.187-194, 2012.

SANTOS, F. M. M. Clima urbano de Cuiabá-MT-Brasil: ocupação do solo e suas influências. **Revista Monografias Ambientais – REMOA,** v.12, p. 2749-2763, 2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA (ACV) COMO FERRAMENTA DE ANÁLISE DO DESEMPENHO AMBIENTAL DE EDIFICAÇÕES[1]

EVANGELISTA, Patricia (1); TORRES, Ednildo (2); GONÇALVES, Jardel (3)

(1) UFBA, e-mail: patriciae@fieb.org.br; (2) UFBA, e-mail: ednildo@ufba.br; (3) UFBA, e-mail: jardelpg@ufba.br

RESUMO

No ciclo de vida dos edifícios, vários recursos naturais são consumidos, assim como diversos poluentes são lançados ao meio ambiente trazendo danos regionais e globais. Para identificação destes impactos potenciais e no sentido de melhorar o desempenho ambiental das edificações, a Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) se apresenta como ferramenta estratégica. Este artigo tem por objetivo identificar estudos de ACV em edificações, sinalizando suas características, principais resultados e barreiras para o desenvolvimento de pesquisas desta natureza. Assim, este trabalho resume e organiza 33 estudos de ACV aplicada em edificações, a partir de levantamento em bancos de dados técnicos /científicos e em periódicos qualificados. Os resultados mostram que os primeiros estudos aconteceram no final da década de 90, abrangem edifícios residenciais, comerciais e de serviços e com abordagens ligadas ao consumo energético e emissões de CO_2. A maioria dos estudos se concentra na Europa e identifica o uso e operação como etapa mais crítica, superando 80% dos impactos totais gerados durante o ciclo de vida dos empreendimentos. Finalmente, verifica-se que a falta de inventários nacionais, de especialistas, de políticas públicas, adesão de fornecedores, complexidade e incompatibilidade com programas e certificações são algumas barreiras para a expansão desta ferramenta na construção civil.

Palavras-chave: Avaliação do ciclo de vida. Edificações. Desempenho ambiental.

ABSTRACT

In the life cycle of buildings, various natural resources are consumed, as well as many pollutants are released to the environment bringing regional and global damage. To identify these potential impacts and to improve the environmental performance of buildings, the Life Cycle Assessment (LCA) is presented as a strategic tool. This article aims to identify LCA studies in buildings, signaling its characteristics, main results and barriers to the development of research of this nature. This paper summarizes and organizes 33 LCA studies applied to buildings, from lifting in technical/scientific databases and qualified journals. The results show that the first studies took place in the late 90's cover residential, commercial and services and approaches related to energy consumption and CO_2 emissions. Most studies focus on Europe and identifies the use and operation as more critical step, exceeding 80% of the total impacts during the life cycle of buildings. Finally, it appears that the lack of national inventories, of experts, public policy, support suppliers, complexity and incompatibility with computer programs and certifications are some barriers to the expansion of this tool in construction.

***Keywords**: Life Cycle Assessment. Buildings. Environmental Performance.*

---

1 EVANGELISTA, Patricia; TORRES, Ednildo; GONÇALVES, Jardel. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) como ferramenta de análise do desempenho ambiental de edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A importância da preservação ambiental e da identificação dos impactos potenciais associados aos produtos, da fabricação ao seu uso e disposição final, tem demandado a proposição de métodos para melhor compreensão e tratamento destes impactos. A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é uma das técnicas desenvolvidas com esse objetivo, inclusive podendo subsidiar a seleção de indicadores de desempenho ambiental e suas técnicas de medição (ABNT, 2009).

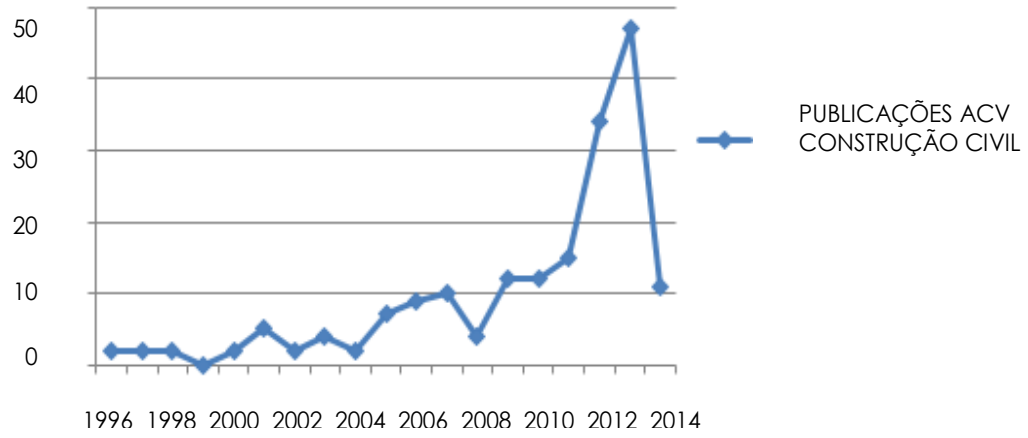
Apesar da ACV ainda não ser uma ferramenta aplicada em grande escala no setor da construção, algumas iniciativas mundiais podem ser pontuadas, notadamente no processo comparativo de materiais e sistemas e com foco predominante na análise energética. Mais pontuais ainda são os estudos de ACV que contemplam a edificação como um todo e outras categorias ambientais ligadas às mudanças climáticas, depleção de recursos abióticos, ecotoxicidade e toxicidade humana. No Brasil, não foram identificados estudos desta natureza e nesta abrangência.

Diante do exposto, a principal motivação deste trabalho é identificar estudos de aplicação da ACV em edificações como ferramenta de avaliação de desempenho ambiental e sinalizar suas características, principais resultados e barreiras para o desenvolvimento de pesquisas desta natureza.

2 METODOLOGIA

O presente artigo está baseado em estudo bibliométrico como forma de mapear trabalhos publicados na temática de ACV aplicada em edificações. Foram realizadas buscas na plataforma Science Direct (http://www.sciencedirect.com/) e Scopus (www.scopus.com) pela abrangência internacional e por reunirem trabalhos de maior fator de impacto. Inicialmente a busca foi realizada pelas palavras-chave "avaliação do ciclo de vida na construção civil" e identificados 182 artigos distribuídos cronologicamente (Figura 1).

Figura 1 – Publicações de ACV na construção civil



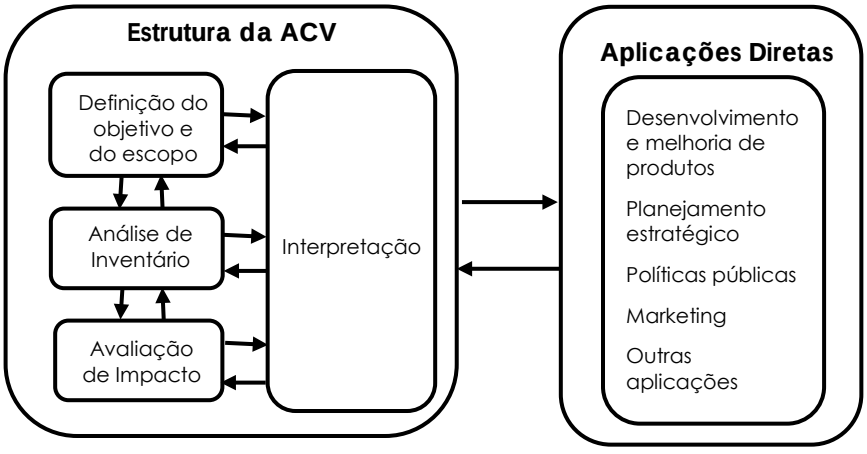
Fonte: Os autores

Na sequência foi realizado filtro por meio do termo "edificações". Desta amostra, os resumos foram lidos e selecionados trabalhos completos, na língua portuguesa ou inglesa e disponíveis para download. Foram excluídos trabalhos de ACV de outros setores, de materiais de construção e sistemas construtivos. Não houve limitação do ano de realização da pesquisa, nem de característica da edificação (residencial, comercial e de serviço), sendo identificadas pesquisas dentro da natureza pretendida a partir de 1996. Após a coleta dos artigos, foi realizada uma seleção dos mais completos e aderentes a proposta deste trabalho. Na sequência, os 33 artigos selecionados foram organizados de forma cronológica e sintetizadas as seguintes informações: local de realização do estudo, tipo de edificação selecionada, vida útil considerada, fronteira do estudo e principais resultados.

3 ACV APLICADA A EDIFICAÇÕES

A ACV tem como objetivo identificar e quantificar impactos ambientais, além de promover a geração de parâmetros que permitam a comparação entre bens e serviços similares. A ACV é definida pela NBR ISO 14040 (ABNT, 2009) como "a compilação e avaliação das entradas e saídas e dos impactos ambientais potenciais de um sistema de produto ao longo do seu ciclo de vida" e é composta por 4 fases (Figura 2).

Figura 2 – Estrutura e Aplicações de uma ACV



Fonte: ABNT (2009)

Na ACV, os edifícios demandam atenção especial por terem uma vida relativamente longa, sofrerem alterações ao longo da vida útil, algumas vezes têm múltiplas funções, incorporam muitos componentes, são produzidos localmente e integrados a infraestrutura. Isto ignifica que fazer uma ACV completa de um edifício não é um processo simples como para outros produtos de consumo (BRIBIÁN; USÓN; SCARPELLINI, 2009).

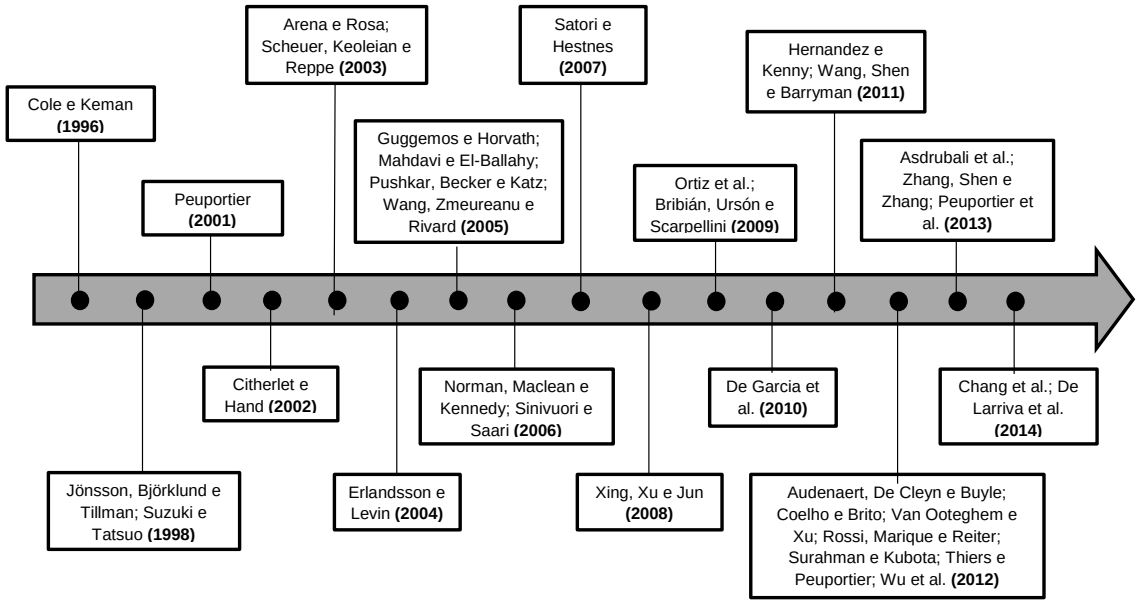
Qualquer edificação em estudo deve ser descrita o mais detalhadamente possível, a partir de fontes primárias (projetos e memoriais). São também necessários dados da construção, tais como: quantitativos dos materiais,

consumo energético, dados de emissões dos materiais e de energia que, em geral, estão incluídos nos bancos de dados das ferramentas da ACV (MALMQVIST et al., 2011).

Segundo Malmqvist et al. (2011), o tempo de vida assumido do edifício, em geral, é utilizado como valor padrão 50 anos, pela dificuldade em prever o tempo de vida real dos empreendimentos. Vários outros pesquisadores, adotaram 50 anos, uma vez que este valor está especificado no BS EN 1990:2002[2] para estruturas de edifícios e outras estruturas comuns.

Como resultado do levantamento bibliográfico de aplicação da ACV em edificações, foram levantados 33 estudos no período de 1996 a 2014. Para melhor visualização do desenvolvimento destes estudos, foi construída uma linha do tempo (Figura 3) que situa cronologicamente os autores selecionados.

Figura 3 – Linha do tempo dos estudos selecionados de ACV em edificações



Fonte: Os autores

Os primeiros estudos de ACV em edificações aconteceram no final da década de 90 e com foco na identificação da demanda energética. Com o passar dos anos a pesquisa avançou para outros países, notadamente da Europa, com ampliação das discussões fomentada pelo processo de normalização e passou a contemplar tipologias diferentes, metodologias para inventário e avaliação de outras categorias de impacto ambiental.

Zhang, Shen e Zhang (2013) concluíram que o principal impacto ambiental causado pelos edifícios é o aquecimento global, conhecido com Global Warming Potential (GWP) e que reflete as emissões de dióxido de carbono equivalente (CO_2eq), seguido pela depleção de energia fóssil, de água e acidificação. Segundo Ortiz, Castells e Sonnemann (2009), o Green Building

[2] *Basis of Design Estrutural*. Eurocódigo que descreve os princípios e normas de segurança, facilidade de manutenção e durabilidade.

Challenge Estocolmo declarou que o GWP, uso da terra, acidificação, eutrofização, depleção da camada de ozônio, dos recursos abióticos e a toxicidade humana são os impactos mais identificados no setor da construção.

As 33 pesquisas selecionadas foram consolidadas no Quadro 1, onde foram registradas as suas principais características e resultados.

Quadro 1 – Estudos de ACV em edificações

AUTORES	LOCAL	TIPO DA EDIFICAÇÃO	VIDA ÚTIL	FRONTEIRA	RESULTADOS
Cole e Kernan	Canadá	Edifício de escritórios	25, 50 e 100 anos	Ciclo de vida completo	A fase de uso/operação representou o maior consumo de energia no ciclo de vida.
Jönsson, Björklund e Tillman	Suécia	7 estruturas de aço e concreto	50 anos	Ciclo de vida completo	A energia durante o uso foi a maior durante o ciclo de vida e as estruturas de aço apresentaram maior impacto que as de concreto.
Suzuki e Oka	Japão	10 Edifícios de escritórios	40 anos	Ciclo de vida completo	Foram definidos os impactos ambientais por etapa do ciclo de vida e por porte de edifício.
Peuportier	França	3 residências	80 anos	Ciclo de vida completo	A casa com aquecimento solar apresentou maiores impactos ambientais e os menores foram para a casa com madeira.
Citherlet e Hand	Suiça	Edifício de escritórios	80 anos	Ciclo de vida completo	Modelo para performance acústica, de conforto, iluminação, energética e ambiental.
Arena e Rosa	Argentina	Edifício escolar	50 anos	Extração de materiais, construção e uso.	Estudo de caso que identifica tecnologias de aquecimento solar que melhoram o desempenho ambiental.
Scheuer, Keoleian e Reppe	Estados Unidos	Edifício de 6 andares	75 anos	Ciclo de vida completo	O consumo de energia primária foi distribuído: 2,2% (etapa de produção de materiais e construção), 94,3% (uso), 3,3% (consumo de água) e 0,2% (destinação final).
Erlandsson e Levin	Suécia	Edifício com 24 apartamentos	35 anos	Reconstrução	A reconstrução apresenta menor impacto ambiental potencial do que a construção de um novo edifício.
Guggemos e Horvath	Estados Unidos	Dois edifícios de escritórios	50 anos	Ciclo de vida completo	A etapa de uso foi mais impactante. O uso do concreto é significativo em demanda energética.
Mahdavi e El-Bellahy	Áustria	Edifícios escolares com áreas diferentes	Não aplicável	Materiais e construção - Do berço ao portão	Desenvolveram uma combinação de ferramentas para considerações de design/projeto.
Pushkar, Becker e Katz	Israel	Módulos construídos (12 m2)	50 anos	Ciclo de vida completo	A etapa do ciclo de vida mais impactante depende do tipo de energia consumida durante o estágio de uso.

Wang, Zmeureanu e Rivard	Canadá	Edifício comercial	40 anos	Fabricação de materiais, construção e operação	Desenvolvimento de um modelo de otimização para apoiar designers no projeto de construção verde.
Norman, Maclean e Kennedy	Canadá	Dois edifícios (alta e baixa densidade populacional)	50 anos	Fabricação de materiais, uso e operação	As residências de baixa densidade populacional são mais impactantes em até 2,5 vezes.
AUTORES	**LOCAL**	**TIPO DA EDIFICAÇÃO**	**VIDA ÚTIL**	**FRONTEIRA**	**RESULTADOS**
Sinivuori e Saari	Finlândia	Edifícios universitários	100 anos	Ciclo de vida completo	Análise de sensibilidade com diversos fatores indicando melhorias no desempenho ambiental.
Sartori e Hestnes	Noruega	Diversos tipos de edifícios	de 50 a 80 anos	Ciclo de vida completo	A fase operacional demanda mais energia. Os edifícios foram classificados pelo consumo de energia.
Xing, Xu e Jun	China	Dois edifícios de escritórios	50 anos	Produção de materiais, uso e fim de vida	Definidos os impactos por etapa do ciclo de vida e tipo de edifício. A estrutura de concreto apresentou melhor desempenho que a de aço.
Ortiz et al.	Espanha	Casa típica do mediterrâneo	50 anos	Ciclo de vida completo	Os maiores impactos estão relacionados a etapa de operação e manutenção pelo alto consumo de energia.
Bribián, Usón e Scarpellini	Espanha	Casa com garagem	50 anos	Extração e transporte de materiais e energia da fase de uso	Sugere a utilização de energias renováveis, equipamentos com alta eficiência energética, além da concepção ecológica e bioclimática.
Gracia et al.	Espanha	Edificação experimental (cenários de proteção térmica)	50, 75 e 100 anos	Ciclo de vida completo	Na análise de conforto térmico os maiores impactos foram para o isolamento a base de poliuretano e parafina.
Hernandez e Kenny	Irlanda	Casa germinada	50 anos	Uso e operação	Metodologia que identifica e classifica o estágio energético durante o uso das edificações.
Wang, Shen e Barryman	Estados Unidos	Edifício universitário de três andares	50 anos	Extração e produção de materiais, construção e operação	A energia na fase operacional é a maior em todo o ciclo de vida e a da fase de construção tem menor impacto. O aço tem grande impacto energético.
Wu et al.	China	Edifício de escritórios com 13 andares	50 anos	Ciclo de vida completo	A fase de uso e operação é a principal consumidora de energia e emissora de CO_2. Aço e concreto são materiais mais impactantes e os cenários de fim de vida podem melhorar o desempenho ambiental.

Audenaert, De Cleyn e Buyle	Bélgica	Edifício com 19 apartamentos	50-100 anos	Ciclo de vida completo	A escolha de materiais isolantes tem reflexos ambientais significativos. A etapa de produção de materiais foi considerada impactante.
Coelho e Brito	Portugal	Aplicável a qualquer tipo de edificação	30 anos	Fim de vida	A reciclagem gerou redução de 77% nos impactos de mudança climática, 57% na acidificação e 81% para smog de verão.
AUTORES	**LOCAL**	**TIPO DA EDIFICAÇÃO**	**VIDA ÚTIL**	**FRONTEIRA**	**RESULTADOS**
Rossi, Marique e Reiter	Bélgica, Portugal e Suécia	Duas casas residenciais (estrutura de alvenaria e outra de aço)	10-60 anos	Ciclo de vida completo	Aumentando a camada de isolamento térmico, menor é a energia necessária para o aquecimento. A reciclagem do aço reduz os impactos com estas estruturas.
Surahman e Kubota	Indonésia	Edifícios residenciais de portes simples, mediano e luxuoso	20, 35 e 50 anos	Produção de matérias primas, operação e manutenção	A energia associada a construção das casas luxuosas é aproximadamente 10 vezes maior que a das casas simples, o cimento foi identificado como material mais impactante e identificado grande gasto energético na cocção.
Thiers e Peuportier	França	Edifício residencial multifamiliar e casa germinada	80 anos	Ciclo de vida completo	Alternativas para melhor dimensionamento dos sistemas de aquecimento. Seleção de materiais/sistemas depende dos aspectos locais e estratégicos.
Van Ooteghem e Xu	Canadá	5 edifícios de um andar (estruturas variadas)	50 anos	Ciclo de vida completo	A cobertura foi um dos componentes com maior consumo de energia, principalmente em função do uso do aço.
Zhang, Shen e Zhang	Japão	Edifício comercial de 30 andares	50 anos	Ciclo de vida completo	Estimativa das emissões atmosféricas por etapa do ciclo de vida. A etapa de operação e manutenção foi identificada como a mais crítica.
Asdrubali et al.	Itália	Casa residencial, edifício multi-familiar e de escritórios	50 anos	Ciclo de vida completo	A fase de operação possui maior carga ambiental 77-85% e a fase de construção 14-21% dos impactos totais, variando em função do tipo de edifício.
Peuportier, Thiers e Guiavarch	França	Duas residências	50 e 100 anos	Ciclo de vida completo	O desempenho ambiental varia de acordo com os ocupantes, praticamente dobrando para o alto padrão de consumo.
Chang et al.	China	Treze edifícios características diferentes	Não aplicável	Produção de materiais e construção - Do berço ao portão	Edifícios públicos e urbanos são mais impactantes que edifícios rurais, em função dos materiais utilizados.
Larriva et al.	Espanha	Edifício de 3 andares	50 anos	Ciclo de vida completo	Análise do perfil das edificações com diminuição de até 9% do consumo de energia e 4% da geração de potencial de aquecimento global.

Fonte: Os autores

2.1 Barreiras para aplicação da ACV em edificações

Apesar de considerada uma ferramenta estratégica, a ACV encontra diversas barreiras de aplicação no setor da construção civil e mais especificamente em edificações, como observado nos estudos selecionados.

Dentre as limitações identificadas é possível citar a falta de bancos de dados em muitos países, limitando a realização dos inventários locais, pois a maioria dos bancos disponíveis trazem informações de processos produtivos internacionais e podem causar distorções quando aplicados por outros países, promovendo questionamento de seus resultados. Aliado a este fator os estudos de ACV em edifícios têm demonstrado grande variabilidade nos resultados, muitas vezes decorrentes da falta de homogeneidade metodológica (OCHSENDORF et al., 2011).

A escassez de especialistas, falta de incentivos fiscais e políticas públicas, além da baixa adesão de fornecedores de materiais e sistemas que têm restrições em divulgar informações de seus produtos, são outras dificuldades no processo de disseminação da ACV na construção civil.

Outras limitações podem ser citadas para aplicação da ACV em edificações (Malmqvist et al., 2011; Bribián; Usón; Scarpellini, 2009):

- Complexidade da ferramenta;
- desconhecimento dos profissionais ligados ao setor quanto a devida interpretação dos estudos e aplicação dos resultados;
- ausência ou escassez de parâmetros ambientais ligados a produção de materiais de construção ou sistemas construtivos;
- existência de diversas ferramentas e métodos de avaliação que geram resultados diferentes para um mesmo estudo;
- softwares de simulação de ACV não tem interface com os programas computacionais usados no setor da construção.

4 CONCLUSÕES

A ACV se apresenta como ferramenta estratégica e instrumento reconhecido mundialmente na avaliação do desempenho ambiental de empreendimentos de diversas naturezas, permitindo identificar oportunidades de melhoria do perfil ambiental de edifícios nas diversas fases do ciclo de vida.

Dos estudos levantados neste artigo, percebe-se que as pesquisas abrangem edifícios residenciais, comerciais e de serviços e que as abordagens estão prioritariamente ligadas ao conforto e consumo energético, identificação das fases mais críticas na geração de impactos e comparação de sistemas estruturais/construtivos, em sua maioria, com o propósito de gerar estratégias de melhoria de desempenho ambiental.

Nota-se que a grande maioria contempla o ciclo de vida completo, sendo que alguns estudos fazem recortes em etapas específicas. De uma forma geral, a etapa de uso e operação se revela como a mais impactante, notadamente pelo consumo energético.

A maior parte dos estudos se concentra na Europa com aplicação de metodologias e inventários locais e priorizando basicamente o consumo energético e emissão de gases de efeito estufa. Não foram identificados na América Latina avanços significativos nos estudos de ACV em edificações, nem movimentos de alinhamento metodológico, geração de padrões e de disseminação da ferramenta.

Os dados levantados também sinalizam que a falta de padrão metodológico, de inventários nacionais; escassez de profissionais especializados; baixa adesão de fornecedores, complexidade da ferramenta e falta de interface com os programas computacionais e sistemas de certificação utilizados na construção civil, constituem barreiras para o fortalecimento e consolidação da ACV como ferramenta de avaliação de desempenho ambiental de edificações.

REFERÊNCIAS

ARENA, A.P.; ROSA, C. Life cycle assessment of energy and environmental implications of the implementation of conservation technologies in school buildings in Mendoza—Argentina. **Building and Environment**, v. 38, p. 359-368, 2003.

ASDRUBALI, F. et al. Life cycle analysis in the construction sector: Guiding the optimization of conventional Italian buildings. **Energy and Buildings**, v. 64, p. 73–89, 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 14040**: Avaliação do Ciclo de Vida: princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009.

AUDENAERT, A.; DE CLEYN, S. H.; BUYLE, M. LCA of low-energy flats using the Eco-indicator 99 method: Impact of insulation materials. **Energy and Buildings**, v. 47, p. 68–73, 2012.

BRIBIÁN, I. Z.; USÓN, A. A.; SCARPELLINI, S. Life cycle assessment in buildings: state-of-the-art and simplified LCA methodology as a complement for building certification. **Building and Environment**, v. 44, n. 12, p. 2510-2520, 2009.

CHANG, Y. et al. Disaggregated I-O LCA model for building product chain energy quantification: a case from China. **Energy and Buildings**, v. 72, p. 212–221, 2014.

CITHERLET, S.; HAND, J. Assessing energy, lighting, room acoustics, occupant comfortand environmental impacts performance of building with a single simulation program. **Building and Environment**, v. 37, p. 845 – 856, 2002.

COELHO, A.; BRITO, J. Influence of construction and demolition waste management on the environmental impact of buildings. **Waste Management**, v. 32, p. 532–541, 2012.

COLE, R. J.; KERNAN, P. C. Life-cycle energy use in office buildings. **Building and Environment**, v. 31, n. 4, p. 307-317, 1996.

DE GRACIA, A. et al. Life Cycle Assessment of the inclusion of phase change materials (PCM) in experimental buildings. **Energy and Buildings**, v. 42, p. 1517–1523, 2010.

DE LARRIVA, R. A. et al. A decision-making LCA for energy refurbishment of buildings: Conditions of comfort. **Energy and Buildings**, v. 70, p. 333–342, 2014.

ERLANDSSON, M.; LEVIN, P. Environmental assessment of rebuilding and possible performance improvements effect on a national scale. **Building and Environment**, v. 39, p. 1453–1465, 2004.

GUGGEMOS, A.; HORVATH, A. Comparison of Environmental Effects of Steel- and Concrete-Framed Buildings. **Journal of infrastructure systems**, v. 11, p. 93-101, 2005.

HERNANDEZ, P.; KENNY, P. Development of a methodology for life cycle building energy ratings. **Energy Policy**, v. 39, p. 3779–3788, 2011.

JÖNSSON, A.; BJÖRKLUND, T.; TILLMAN, A. LCA of concrete and steel building frames. **International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 3, n. 4, p. 216-224, 1998.

MAHDAVI, A.; EL-BELLAHY, S. Effort and effectiveness considerations in computational design evaluation: a case study. **Building and Environment**, v. 40, p. 1651–1664, 2005.

MALMQVIST T. et al. Life cycle assessment in buildings: The ENSLIC simplified method and guidelines. **Energy**. v. 36, p. 1900 – 1907, 2011.

NORMAN, J.; MACLEAN, H. L.; KENNEDY, C. A. Comparing high and low residential density: life-cycle analysis of energy use and greenhouse gas emissions. **Journal of Urban Planning and Development**, v. 132, p. 10-21, 2006.

OCHSENDORF. J. et al. **Methods, Impacts, and Opportunities in the Concrete Building Life Cycle**. Department of Civil and Environmental Engineering. Concrete Sustainability Hub and Massachusetts Institute of Technology. Research Report R11-01. Cambridge, 2011.

ORTIZ, O.; CASTELLS, F.; SONNEMANN, G. Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA. **Construction and Building Materials**. v 23, p. 28 – 39, 2009.

ORTIZ, O. et al. Sustainability based on LCM of residential dwellings: a case study in Catalonia, Spain. **Building and Environment**, v. 44, p. 584– 594, 2009.

PEUPORTIER, B. L. P. Life cycle assessment applied to the comparative evaluation of single family houses in the French context. **Energy and Buildings**, Paris, n. 33, p. 443-450, 2001.

PEUPORTIER, B.; THIERS, S.; GUIAVARCH, A. Eco-design of buildings using thermal simulation and life cycle assessment. **Journal of Cleaner Production**, n. 39, p. 73-78, 2013.

PUSHKAR, S.; BECKER, R.; KATZ, A. A methodology for design of environmentally optimal buildings by variable grouping. **Building and Environment**, v.40, p. 1126–1139, 2005.

ROSSI, B.; MARIQUE, A.; REITER, S. Life-cycle assessment of residential buildings in three different European locations, case study. **Building and Environment**, v. 51, p. 402-407, 2012.

SARTORI, I.; HESTNES, A.G. Energy use in the life cycle of conventional and low-energy buildings: a review article. **Energy and Buildings,** v. 39, p. 249 –257, 2007.

SCHEUER, C.; KEOLEIAN, G. A.; REPPE, P. Life cycle energy and environmental performance of a new university building: modeling challenges and design implications. **Energy and Buildings,** v. 35, p. 1049 – 1064, 2003.

SINIVUORI, P.; SAARI, A. MIPS analysis of natural resource consumption in two university buildings. **Building and Environment**, v. 41, p. 657–668, 2006.

SURAHMAN, U.; KUBOTA, T. Life Cycle Energy and CO_2 Emissions in Unplanned Residential Buildings of Indonesia: A case study in Bandung. In: **28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an environmentally responsible architecture**, Peru, 2012.

SUZUKI, M.; OKA, T.. Estimation of life cycle energy consumption and CO_2 emission of office buildings in Japan. **Energy and buildings**, v. 28, p. 33-41, 1998.

THIERS, S.; PEUPORTIER, B. Energy and environmental assessment of two high energy performance residential buildings. **Building and Environment**, v. 51, p. 276-284, 2012.

VAN OOTEGHEM, K.; XU, L. The life-cycle assessment of a single-storey retail building in Canada. **Building and Environment**, v. 49, p. 212-226, 2012.

WANG, E.; SHEN, Z.; BARRYMAN, C. A Building LCA Case Study Using Autodesk Ecotect and BIM Model. In: **47th ASC Annual International Conference Proceedings,** 2011.

WANG, W.; ZMEUREANU, R.; RIVARD, H. Applying multi-objective genetic algorithms in green building design optimization. **Building and Environment,** v. 40, p. 1512–1525, 2005.

WU, H. J et al. . **International Journal Life Cycle Assessment,** v. 17, p. 105–118, 2012.

XING, S.; XU, Z.; JUN, G. Inventory analysis of LCA on steel and concrete construction office buildings. **Energy and Buildings**, v. 40, p. 1188–1193, 2008.

ZHANG, X.; SHEN, L.; ZHANG, L. Life cycle assessment of the air emissions during building construction process: A case study in Hong Kong. **Renewable and Sustainable Energy Reviews,** v. 17, p. 160–169, 2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

COMPENSAÇÃO AMBIENTAL DE EMPREENDIMENTOS: A EXPERIÊNCIA INTERNACIONAL

FIORANI, Viviane Miranda Araujo (1); AGOPYAN, Vahan (2)

(1) POLI – USP, viviane.araujo@usp.br; (2) POLI – USP, vahan.agopyan@poli.usp.br

RESUMO

O alcance do desenvolvimento sustentável é um desafio reconhecido mundialmente, sendo a construção sustentável uma condição essencial para o cumprimento deste. A indústria da construção, além de ser uma grande consumidora de recursos naturais, é a principal causa de interferências negativas no meio ambiente. Desta forma, uma importante ação é a diminuição de seus impactos negativos com a implantação de medidas voltadas à redução deles na própria geração. Observa-se, porém, que nem sempre esses podem ser reduzidos na sua origem, seja por incapacidade técnica ou por inviabilidade financeira. Portanto, propõe-se a compensação ambiental, como mecanismo de ressarcimento pelos efeitos dos impactos não mitigados. Assim, este estudo, conduzido por meio de revisão bibliográfica, pondera a adoção de medidas compensatórias que contrabalanceiem os impactos gerados por empreendimentos, de modo a reestabelecer as condições ambientais existentes antes dos danos ou a ressarcir aqueles afetados pelas interferências. Para isto é discutido o conceito de compensação ambiental e são apresentadas as experiências de quatro países (Estados Unidos, Austrália, Reino Unido e Holanda). Por fim, os casos são discutidos, assim como suas aplicações e resultados.

Palavras-chave: Compensação ambiental. Sustentabilidade. Impactos ambientais.

ABSTRACT

Universally recognized, achievable sustainable development is primarily dependent on sustainable construction. The construction industry, being the great consumer of natural resources that it is, is most certainly directly responsible for one of the largest portions of environmental degradation. This being true, the reduction of environmental impacts by implementing effective policies during initial construction operations becomes all important, although not always possible, either from a technical incapacity or financial infeasibility. Compensatory measures are therefore proposed to minimize and reimburse the losses incurred and restore the environmental conditions existing prior to impact. In concurrence, this research, conducted by theoretical review, considers the adoption of compensatory measures to counterbalance the impacts generated by enterprises in order to restore the environmental conditions existing before the damage or compensate those affected by interference. So, the concept of environmental compensation is discussed and the experiences of four countries (USA, Australia, UK and the Netherlands) are presented. Finally, the cases are discussed, as well as their applications and results.

***Keywords**: Environmental compensation. Sustainability. Environmental impacts.*

1 INTRODUÇÃO

A sustentabilidade é um objetivo exequível apenas quando todas as áreas da sociedade cooperarem para o cumprimento das demandas associadas, logo, sem a participação dos diferentes setores, será impossível atingir uma

sociedade sustentável (ZIMMERMAN et al., 2005). Dentre todos, o setor da construção civil possui uma relevância econômica, social e ambiental facilmente verificada, sendo um dos principais fatores para a melhoria da qualidade de vida da população em geral. Segundo a Agenda 21 para a Construção Sustentável em Países em Desenvolvimento (CIB; UNEP-IETC, 2002), essa indústria tem importância central na forma em que o futuro e sua sustentabilidade são moldados. Isso porque, enquanto o ambiente construído provê casa, emprego, lazer e dignidade para uma parcela das pessoas, a outra parte continua substancialmente excluída desses benefícios e a possibilidade de usufruírem deles depende das mudanças atuais no setor. Desta maneira, apesar dos impactos causados, não é possível reduzir o ritmo da indústria da construção enquanto seus benefícios sociais forem relevantes. A intervenção na área é, portanto, essencial, concluindo-se que, para alcançar o desenvolvimento sustentável, é necessário praticar uma construção mais sustentável.

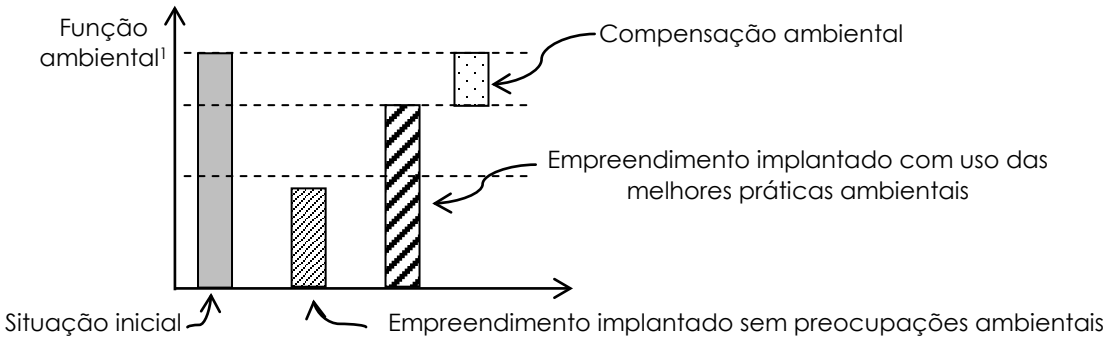
Tradicionalmente, busca-se a redução das interferências negativas causadas pela construção civil por meio da implantação de políticas voltadas à mitigação dos danos ainda em sua geração. No entanto, nem sempre tal redução pode ser feita em sua origem, seja pela inexistência de tecnologia eficiente ou pela inviabilidade do custo de implantação das medidas necessárias, ou seja, o aumento de custos gerado para a mitigação dos impactos excede o que pode ser pago pelos investidores (compradores, poder público, etc). Portanto, sugere-se a adoção de ações compensatórias que contrabalancem os prejuízos gerados.

A compensação ambiental é um mecanismo de ressarcimento pelos efeitos de impactos não mitigáveis ocorridos durante a execução de alguma atividade ou empreendimento (FIORANI; AGOPYAN; CARDOSO, 2011).

Uma importante característica do processo de compensação é o fato de que as medidas compensatórias não substituem a busca pela mitigação dos impactos. Ao contrário, elas funcionam de maneira complementar. Portanto, em primeiro lugar, é necessário elaborar um projeto que minimize a geração de impactos. Na impossibilidade de resolver todas as interferências, recorre-se à compensação como forma de ressarcir os danos inevitáveis. Uma representação desse princípio é apresentada na Figura1.

Assim, a compensação ambiental é a última opção a ser considerada para amenizar as interferências de um empreendimento. É necessário, em primeiro lugar, evitar a ocorrência dos impactos ambientais através de um projeto que envolva ações com este fim. Em seguida, deve-se buscar reduzir os impactos que não podem ser evitados, tomando-se medidas que diminuam a magnitude e frequência das interferências. Por fim, a compensação ambiental é introduzida como forma de contrabalançar os impactos remanescentes, que não puderam ser mitigados ou evitados nas etapas anteriores.

Figura 1 - Representação do conceito de compensação ambiental



(1) Função ambiental designa a qualidade do meio-ambiente considerado na análise

Portanto, este estudo, conduzido por meio de revisão bibliográfica internacional, tem por objetivo apresentar os métodos de abordagem e aplicação dos mecanismos de compensação ambiental utilizados em diferentes países, assim como uma análise dos mesmos. Para conduzir a pesquisa, foram selecionados os Estados Unidos, Austrália, Holanda e Reino Unido, pela relevância dos casos (considerando os mais frequentemente citados na bibliografia consultada) e literatura disponível.

2 CASOS ESTUDADOS

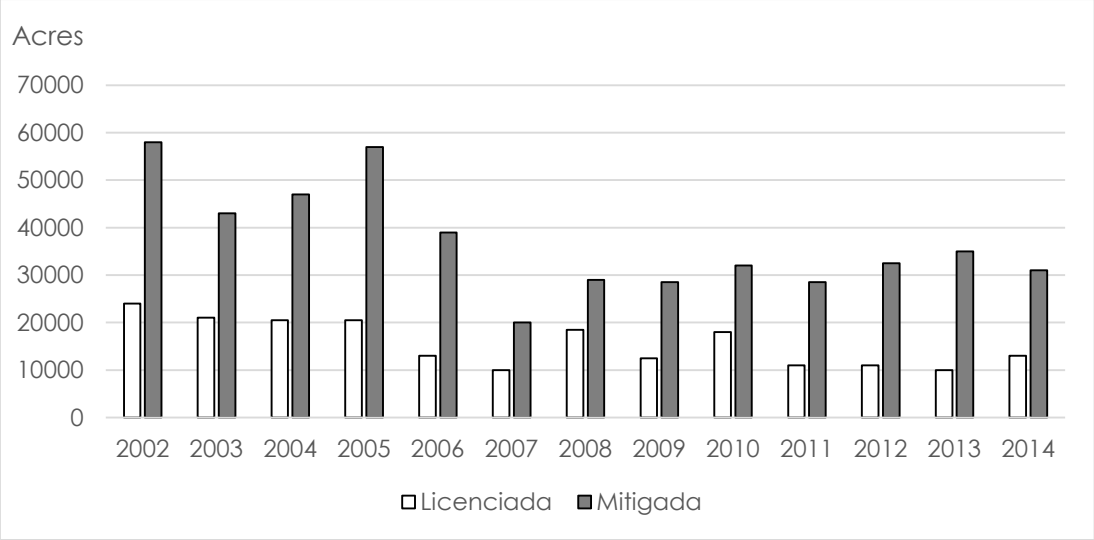
2.1 Compensação mitigatória nos Estados Unidos

Nos Estados Unidos, um instrumento utilizado para a compensação ambiental é a Lei da água Limpa (Clean Water Act - CWA) de 1972, que tem por objetivo garantir a integridade das águas nacionais. Neste país, a compensação é denominada *compensatory mitigation*, e compreende três passos: (1) evitar os impactos, tornando-os o menor possível; (2) minimizar, tornando um impacto inevitável o mais inócuo possível; (3) compensar, pela aplicação de medidas de restauração ecológica, de modo a reduzir impactos remanescentes (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

O Gráfico 1apresenta a quantidade de áreas que obtiveram autorização para sofrer impactos, e a extensão que foi utilizada para a compensação.

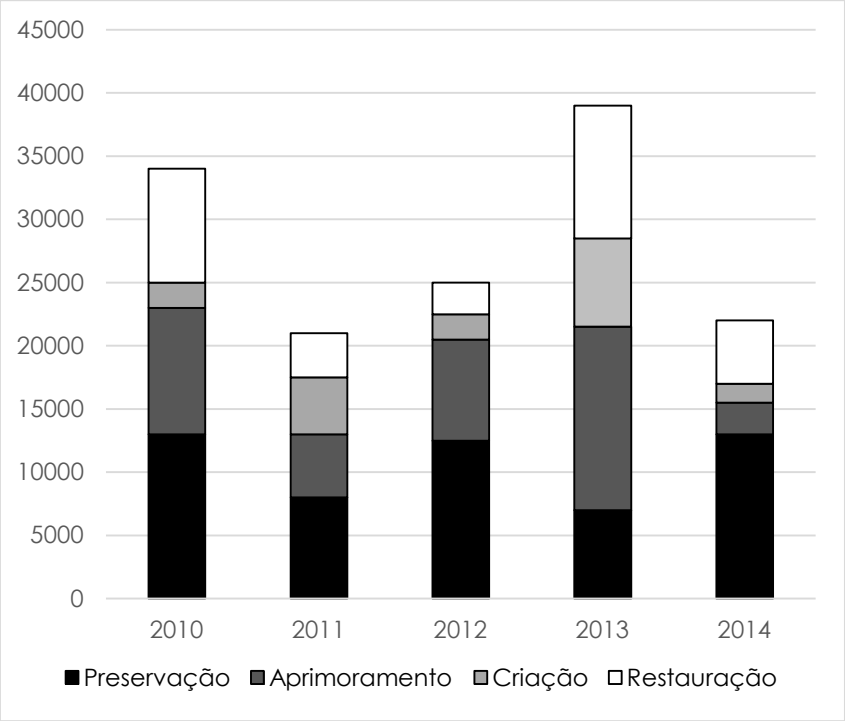
Os métodos utilizados para a realização da compensação mitigatória podem ser agrupados em quatro: (1) criação ou estabelecimento de novo sítio aquático; (2) restauração de um sítio aquático previamente existente; (3) aprimoramento das funções de um sítio aquático existente; (4) preservação de um sítio aquático existente (EPA; USACE, 2008). A extensão das áreas utilizadas para os diferentes tipos de compensação é apresentada no Gráfico 2.

Gráfico 1 - Área de pântanos que obtiveram autorização para sofrer impactos e as respectivas compensações, por ano



Fonte: IWR (2015)

Gráfico 2 - Extensão da área destinada para a compensação mitigatória em função de cada tipo de medida

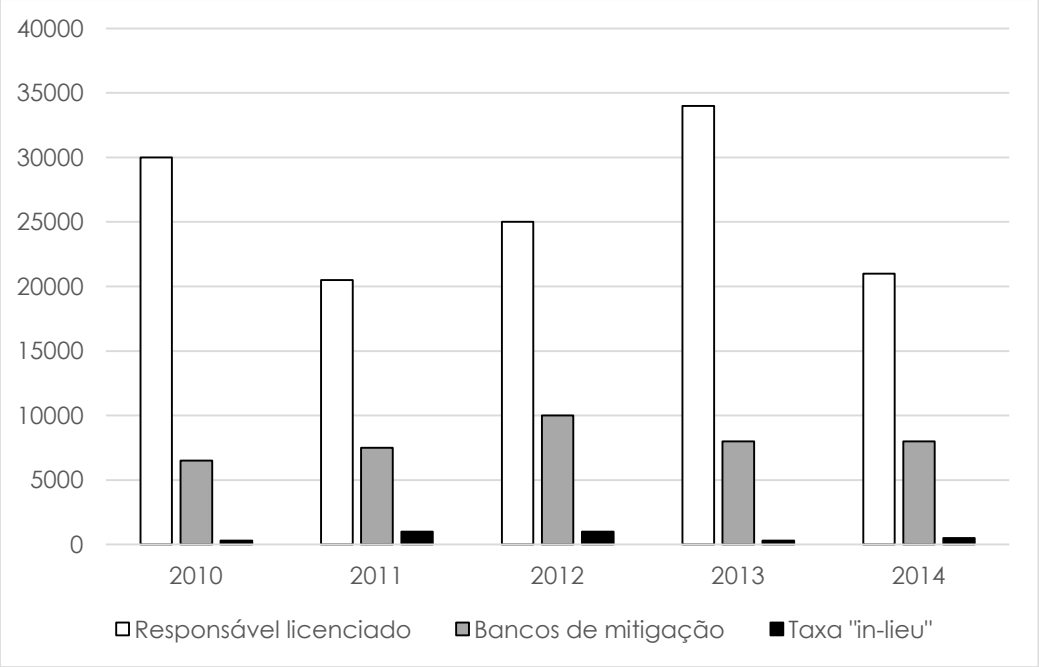


Fonte: Adaptado de IWR (2015)

Os mecanismos utilizados para a compensação são três: (1) mitigação por um responsável-licenciado, no qual um fornecedor é contratado para realizar um projeto específico de compensação; (2) bancos de mitigação, que são áreas destinadas à compensação de múltiplas atividades de desenvolvimento por meio da aquisição de créditos por parte do licenciado; (3) taxa "in-lieu", no qual o licenciado fornece fundos para um responsável,

que utiliza-os, juntos às arrecadações de outros empreendimentos, para construir projetos com fins compensatórios (HOUGH; ROBERTSON, 2009). A extensão da área em que cada mecanismo é utilizado está apresentada no Gráfico 3.

Gráfico 3 - Extensão da área destinada para a compensação mitigatória em função de cada tipo de mecanismo de compensação



Fonte: IWR (2015)

Anualmente, o USACE (United States Army Corps of Engineers), permite que aproximadamente 8.900 hectares de pântanos sejam impactados, sendo requisitados de 16.190 a 24.280 hectares de compensação. Estima-se que US$ 2,95 bilhões sejam gastos anualmente com os projetos de compensação ambiental de pântanos (HOUGH; ROBERTSON, 2009).

No estudo apresentado por Allen e Feddema (1996), um artigo clássico do tema, foram analisados projetos de compensação associados a 75 licenças fornecidas entre 1987 e 1989 no Sul da Califórnia. Os autores concluíram que, no total, 80,47 hectares de áreas de pântanos foram impactados, e foi requisitada a compensação em 111,62 hectares. No entanto, apenas 77,33 hectares foram compensados com sucessos, gerando uma perda de 3,14 hectares. Os autores apontaram para um possível fator: o tamanho do sítio a ser recuperado. Para áreas maiores que 3,5 hectares, a compensação foi bem-sucedida em 73% do total da área destinada, enquanto para áreas menores foi de 66%. Assim, para os grandes projetos, o ganho foi de 6,86 hectares (35,05 hectares de compensação bem-sucedida frente a 28,17 hectares impactados), enquanto a perda para áreas menores que 3,5 hectares foi de 10 hectares (42,3 hectares de compensação bem-sucedida para 52,3 hectares impactados).

Dos três mecanismos de compensação apresentados, os bancos de mitigação parecem apresentar maiores vantagens, pois, por trabalharem

com áreas maiores, o que, segundo o estudo apresentado por Allen e Feddema (1996), melhora as chances de sucesso da compensação.

A taxa "in-lieu" de mitigação, de acordo com Gardner (2000), apresentou falhas. O autor afirma que os programas não estão bem estruturados e os custos excedem os benefícios. As taxas são interessantes para a cobrança de pequenos valores, se bem aplicadas em projetos de preservação. Por outro lado, não há fiscalização quanto ao uso dos fundos arrecadados, que podem nunca ser utilizados. Outro problema é que esse procedimento pode não representar uma compensação direta para os pântanos, uma vez que alguns órgãos usam o dinheiro para projetos de pesquisa, por exemplo. Outro destino dado ao montante tem fins educacionais, com a construção de estações de observação em áreas públicas. Tal ação é considerada irônica pelo autor, pois, por mais que a educação sobre o valor das regiões pantanosas seja importante, é a destruição desses espaços que financia os projetos.

A crítica de Gardner (2000) aponta questões interessantes, porém, a destinação de recursos para projetos de pesquisa, desde que relacionados diretamente ao tema e bem desenvolvidos, pode reverter em ganhos expressivos na compensação de novas áreas. De qualquer forma, é necessária uma fiscalização constante, de modo a verificar se as pesquisas têm alcançado resultados efetivos.

O alerta feito por Allen e Feddema (1996) mostra que as áreas impactadas foram maiores que as compensadas. Assim, além do cálculo da mitigação, é necessário prever a fiscalização, determinar medidas de manutenção dos ecossistemas e estabelecer punições para os que não realizarem as compensações corretamente. Essa punição poderia ser, por exemplo, a compra de créditos de bancos de mitigação, aumentando a extensão compensada.

2.2 Compensação ambiental na Austrália

O governo australiano define compensação ambiental como o conjunto de medidas tomadas dentro ou fora de um sítio de desenvolvimento e que compensem os impactos diretos e indiretos causados pelo empreendimento. Logo, trata-se de um mecanismo distinto da mitigação, pois esta se refere às ações tomadas para reduzir os impactos do desenvolvimento, em geral, no próprio local (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007).

Assim, estão sujeitos à compensação os projetos de desenvolvimento que impactem áreas ou ecossistemas protegidos pela Lei da Conservação da Biodiversidade e Proteção do Meio Ambiente (Environment Protection and Biodiversity Conservation Act - EPBC Act), de 1999 (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007).

As medidas compensatórias podem ser classificadas em diretas e auxiliares. As diretas visam à manutenção e à melhoria dos valores da paisagem e do ecossistema, enquanto as auxiliares são ações que aperfeiçoam o

conhecimento, a compreensão e a gestão, gerando melhoras dos resultados da conservação. (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007; ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006).

Enquanto as medidas diretas se dedicam à criação e manutenção de parques, as medidas denominadas auxiliares parecem muito amplas, o que pode atrapalhar o objetivo final, uma vez que talvez não seja possível avaliar o real benefício da ação. No entanto, é conveniente a proposta de aliar sempre as compensações diretas e indiretas, pois uma complementa a outra.

Os textos (AUSTRALIAN GOVERNMENT, 2007; ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY, 2006) indicam que se o ativo não for crítico ou de alto ou médio valor, a compensação não é requerida por parte da EPA. Porém, é necessário se preocupar com os ativos de baixo valor também. Os meios urbanos, por exemplo, mesmo que não estejam preservados em suas condições originais, ainda podem ser piorados se não forem tomadas medidas preventivas ou de compensação. Outra crítica recai sobre a não consideração do meio antrópico na análise da compensação.

2.3 União Europeia

Para a União Europeia é abordada a legislação pertinente, seguida de dois exemplos de projetos que envolveram compensação ambiental em países pertencentes à comunidade.

A União Europeia possui duas diretrizes relativas à conservação da flora e da fauna: Diretiva para a Conservação de Pássaros Selvagens (79/409/EEC) e a Diretiva para a Conservação dos Habitat Naturais e Fauna e Flora Selvagens (92/43/EEC). Outro instrumento é o Natura 2000, que regulamenta uma rede de áreas de conservação ambiental localizadas em países da União Europeia (COMISSÃO EUROPÉIA, 2009).

2.3.1 Compensação ambiental na Holanda - Rodovia A50 Eindhoven-Oss

A reconstrução da rodovia A50, no trecho que liga as cidades de Eindhoven e Oss, foi um dos primeiros projetos de infraestrutura na Holanda que incluiu um plano de compensação (KUIPER, 1997), sendo o caso mais documentado na literatura acadêmica.

O "Structure Plan for the Rural Areas in The Netherlands", de 1993, que pela primeira vez formalizou a compensação ambiental no país, determina que, no caso em que a natureza, seja nas suas funções recreativas ou florestais, sofra danos demonstráveis como resultado de outra importante função social, os efeitos devem ser mitigados e, se isso não for suficientemente possível, compensados (LNV; VROM, 1993 apud CUPERUS; KEES; ANNETTE, 1996).

O método utilizado para determinar a compensação ambiental da Rodovia A50 Eindhoven-Oss é descrito conforme o apresentado por Cuperus, Kees e Annette (1996), e possui três etapas: (1) identificação dos impactos no meio-

ambiente gerados pelo projeto de infraestrutura; (2) elaboração de medidas de mitigação e de compensação; (3) diretrizes para identificação de locais apropriados para implantar as compensações delineadas.

As ações mitigatórias implantadas foram: cercas de arames ao longo de partes da via, de modo a evitar acidentes envolvendo a fauna; adaptações de pontes e viadutos, reduzindo interferências com a fauna e flora; passagens subterrâneas voltadas à recreação (como túneis para ciclistas), à fauna e ao gado; proteção de águas subterrâneas com uso de bentonita. Segundo Cuperus et al. (2002), tais feitos foram considerados suficientemente efetivos.

As medidas compensatórias, por sua vez, envolveram a criação de 281 hectares de áreas de compensação e o estabelecimento de equiparação financeira caso necessário. Enquanto os custos das medidas mitigatórias foram de US$ 4,9 milhões, ou 1,5% do orçamento do empreendimento, as medidas compensatórias custaram US$ 11,4 milhões, 3,6% do orçamento. As despesas, somadas, atingem 5,1% do gasto total do empreendimento.

O projeto descrito apresenta aspectos positivos, como o estudo da mitigação e compensação de cada impacto, levando medidas específicas para cada dano ambiental. Esse modo de tratar a compensação é diferente dos anteriores, que definiram a compensação de forma mais ampla, por exemplo, pela criação de um novo ecossistema em função da área impactada ou mesmo pelo apoio a pesquisas.

A diferença de valor gasto nas medidas compensatórias e mitigatórias pode indicar que poucas ações para a mitigação dos impactos foram implantadas, onerando as ações voltadas à compensação. Por outro lado, tal desproporcionalidade pode também mostrar que as medidas de atenuação apresentam menor custo, o que se torna uma vantagem e incentivo para o seu uso em detrimento da compensação.

2.3.2 Compensação ambiental no Reino Unido - Barragem de Cardiff

Cardiff é uma região portuária, capital do País de Gales (Reino Unido) e localizada ao sul do país, que teve o início de seu crescimento com a construção do Canal de Glamorganshire em 1794, e seu declínio após a Segunda Guerra Mundial. Em 1987, foi criada a Corporação para o Desenvolvimento da Baía de Cardiff (CBDC), sendo um de seus projetos a construção da barragem da baía de Cardiff, localizada na foz dos rios Taff e Ely e cuja execução ocorreu entre 1994 e 1999. Quando da concepção do empreendimento, foi prevista a inundação de zonas alagadiças entre marés, que são áreas de especial interesse científico, além de protegidas pela diretiva europeia referente à conservação de aves. Assim, propôs-se a criação de uma nova área pantanosa como forma de compensação ambiental (COWELL, 2000).

O projeto foi controverso e as discussões sobre a compensação mais adequada demoraram aproximadamente uma década. Cowell (2000, 2003)

descreve os conflitos, mostrando o debate de questões como o objetivo da compensação, em que local deveria ser feita, o que deveria ser privilegiado, entre outros.

Decidiu-se pela criação de uma nova reserva de regiões pantanosas com a extensão de 420 hectares (frente à área de 160 hectares perdida pela inundação) a menos de 50 quilômetros do ponto degradado. Escolheu-se o local por suas características naturais e por questões políticas de jurisdição (COWELL, 2000, 2003).

Ao longo das discussões, definiram-se dois objetivos para a compensação: (1) a criação de uma reserva ambiental composta por pântanos para a hibernação e a reprodução de aves aquáticas; (2) as medidas compensatórias deveriam apoiar duas populações de pássaros aquáticos de importância nacional. Esse último objetivo estabeleceu uma ligação simbólica com o impacto causado na foz dos rios, que era habitat de dois pássaros: o Pilrito e o Cacongo, de modo a contrabalançar as perdas que ocorreriam com a construção da barragem. Assim, o Pato-trombeteiro e a Piadeira, foram selecionados, pois se acreditou que, dentre as espécies importantes nacionalmente, essas responderiam mais facilmente e de maneira mais previsível à manipulação dos ecossistemas existentes na reserva (COWELL, 2003).

Esse projeto destaca-se pelo envolvimento de órgãos governamentais e sociedade civil. Apesar de o consenso ser mais difícil, este processo tende a gerar discussões mais ricas, considerando os interesses das partes. Por outro lado, mostra-se necessário fazer concessões aos diferentes grupos, o que pode reduzir os benefícios ambientais das soluções.

Outra diferença desse projeto em relação aos outros casos abordados foi a aparente ausência de medidas mitigatórias, segundo os relatos da bibliografia consultada.

A decisão de selecionar duas espécies privilegiadas na compensação, em detrimento de duas outras impactadas, é contestável. A compensação não seria a criação de um novo habitat que as duas aves impactadas pudessem utilizar? É justo escolher pelos danos às duas espécies? Esse questionamento, segundo Cowell (2000), também foi feito durante os debates. Entendeu-se, porém, que os ganhos com o desenvolvimento da barragem eram maiores e que valeria a perda. A seleção das aves privilegiadas certamente não é tarefa de pequeno grupo, e deve envolver debates com todos os interessados. Ainda assim, nesse caso, as discussões não envolveram todos, uma vez que, considerando a migração das aves ao longo do ano, certamente outros locais fora do Reino Unido foram afetados.

Diante disso, a solução poderia ter sido a criação de uma reserva em outro local, voltada à preservação das espécies impactadas. Porém, por questões de jurisdição, tal saída foi excluída no início das discussões. Se, por um lado, a população local, diretamente afetada, precisa ser compensada e por isso optou-se pela criação da reserva próxima ao território que sofreu com a intervenção, por outro não é possível pensar em compensações apenas

localmente. É necessário verificar a extensão dos impactos, de modo a delinear as melhores soluções. Portanto, conclui-se que a compensação ambiental não deve considerar somente uma região específica, mas sim o ecossistema e todos os envolvidos. Não é possível pensar em soluções apenas locais quando o impacto envolve outras regiões.

3 CONCLUSÕES

A compensação ambiental é um instrumento utilizados em diversos países como ressarcimento pelos danos causados por diferentes empreendimentos ao meio ambiente.

Enquanto no caso dos Estados Unidos e Austrália percebem-se mecanismos bem elaborados e generalizados para todos os empreendimentos, os casos apresentados da Europa mostraram-se individualizados, ou seja, a compensação foi determinada de acordo com cada impacto.

As discussões para determinação da compensação, como no caso do Reino Unido, são interessantes por trazerem as expectativas da população. Os debates são instrumentos a serem utilizados principalmente quando a compensação envolve impactos ao meio antrópico, pois os principais afetados podem expor a melhor maneira para contrabalancear o dano.

No caso da Holanda, as medidas determinadas individualmente, de maneira a compensar cada impacto, são eficazes na redução das interferências negativas no local da própria obra, diferente do caso dos Estados Unidos, no qual a compensação pode ser distante do dano.

O caso da Austrália se destaca pela presença das medidas auxiliares. Assim, valores podem ser direcionados a pesquisas que envolvam a preservação do meio ambiente. Porém, sem a fiscalização adequada, o financiamento pode ser destinado a projetos sem resultados significativos, ou não voltados à preservação do meio ambiente, que é o objetivo da compensação.

A partir da análise dos casos apresentados é possível destacar alguns pontos importantes: os empreendimentos sujeitos a compensação ambiental, em geral, são os de infraestrutura, localizados em meios não urbanos e não são voltados à etapa de execução do empreendimento. Os mecanismos de compensação ambiental são voltados apenas à natureza, relegando os impactos causados aos seres humanos, e não há uniformidade na forma como a compensação é implantada nos diferentes países.

AGRADECIMENTOS

À FAPESP, pelo apoio financeiro concedido por meio da bolsa de estudos (Processo 2010/08667-6) à primeira autora.

"As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade da autora e não necessariamente refletem a visão da FAPESP".

REFERÊNCIAS

ALLEN, A. O.; FEDDEMA, J. J. Wetland Loss and Substitution by the Section 404 Permit Program in Southern California. **Environmental Management**, v. 20, n. 2, p. 263-274, 1996

AUSTRALIAN GOVERNEMENT - Department of the Environment and Water Resources. **Draft Policy Statement: Use of environmental offsets under the Environmental Protection and Biodiversity Conservation Act 1999.** Austrália, 2007.

CIB - The International Council for Research and Innovation in Building and Construction; UNEP-IETC - United Nations Environment Programme International Environmental Technology Centre. **Agenda 21 for Sustainable Construction in Developing Countries**. Pretoria. CSIR Building and Construction Technology, 2002. 82p

COMISSÃO EUROPÉIA. **Natura 2000 - A natureza da Europa para si**. Luxemburgo: Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Européias, 2009. 28p. Disponível em: http://ec.europa.eu/environment/nature/info/pubs/docs/europe_nature_for_you/pt.pdf

COWELL, R. Environmental compensation and the mediation of environmental change: making capital out of Cardiff Bay. **Journal of Environmental Planning and Management**, v. 43, n. 5, p 689-710, 2000.

COWELL, R. Substitution and scalar politics: negotiating environmental compensation in Cardiff Bay. **Geoforum**, v. 34, n. 3, p 343-358, 2003

CUPERUS, R.; KEES, J. C.; ANNETTE, A. G. P. Ecological compensation of the impacts of a road. Preliminary method for the A50 road link (Eindhoven-Oss, The Netherlands). **Ecological Engineering**, v. 7, n. 4, p 327-349, 1996.

CUPERUS, R.; KALSBEEK, M.; HELIAS, A. U H.; KEES, J. C. Preparation and implementation of seven ecological compensation plans for Dutch highways. **Environmental Management**, v. 29, n. 6, p 736-749, 2002

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY; USACE - DEPARTMENT OF DEFENSE DEPARTMENT OF THE ARMY, CORPS OF ENGINEERS. **Compensatory Mitigation for Losses of Aquatic Resources; Final Rule**. Fed. Regist 73:19594-19705, 2008

EPA - ENVIRONMENTAL PROTECTION AUTHORITY. **Environmental Offsets. Position Statement No. 9.** 2006. Disponível em: http://www.epa.wa.gov.au/docs/1863_PS9.pdf

FIORANI, V. M. A.; AGOPYAN, V.; CARDOSO, F. F. Environmental compensation for the construction of buildings in urban areas. In: ***World Sustainable Building Conference SB11 Helsinki*. Helsinki, 2011.**

GARDNER, R. C. Money for nothing? The rise of wetland fee mitigation. **Virginia Environmental Law Journal**, v. 19, n. 1, p 1-56, 2000

HOUGH, P.; ROBERTSON, M. Mitigation under Section 404 of the Clean Water Act: where it comes from, what it means. **Wetlands Ecology and Management**, v. 17, n. 1, p 15-33, 2009

IWR - INSTITUTE FOR WATER RESOURCES. **The Mitigation Rule Retrospective: A Review of the 2008 Regulations Governing Compensatory Mitigation for Losses of Aquatic Resources.** 2015. Disponível em: http://www.iwr.usace.army.mil/Portals/70/docs/iwrreports/2015-R-03.pdf

KUIPER, G. Compensation of environmental degradation by highways: a Dutch case study**. European Environment**, v. 7, n. 4, p 118-125, 1997.

ZIMMERMANN, M.; ALTHAUS, H. J.; HAAS, A. Benchmarks for Sustainable Construction: a Contribution to Develop a Standard. **Energy and Buildings**. v. 37, n. 11, p. 1147-1157, 2005

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AGRICULTURA URBANA, SEUS BENEFÍCIOS E SUA UTILIZAÇÃO NA CIDADE DE PORTO ALEGRE/RS[1]

PAIM, Alessandra (1); FRANZ, Eliane (2)

(1) UFRGS, e-mail: alebhp@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: elianecfranz@gmail.com

RESUMO

Devido ao elevado crescimento populacional, à concentração cada vez maior da população vivendo nas cidades, à falta de alimentos de qualidade e de recursos para as pessoas mais carentes e à busca pelo desenvolvimento sustentável, o incentivo à produção de alimentos dentro das cidades surge como uma ferramenta viável de planejamento urbano. Esse trabalho visa apresentar os resultados de uma pesquisa sobre a aceitação da implementação da agricultura urbana na cidade de Porto Alegre/RS. O estudo foi realizado utilizando questionários envidados por e-mail e através de entrevistas ao vivo. Foram entrevistadas oitenta e cinco pessoas, todas moradoras da cidade de Porto Alegre. Os resultados finais demonstram que a produção de alimentos no meio urbano contribui para uma cidade mais aprazível e que 92% dos entrevistados aprovam a ideia das hortas urbanas. O estudo sobre agricultura urbana no sul do Brasil ainda é incipiente e este trabalho visa contribuir para ampliar o conhecimento sobre como a população de Porto Alegre percebe e utiliza estes espaços, estimulando a criação de cidades mais verdes e sustentáveis.

Palavras-chave: Agricultura urbana. Produção urbana de alimentos. Hortas comunitárias.

ABSTRACT

Due to the high population growth, the increasing concentration of the population living in cities, the lack of quality food and resources to the most needy people and the quest for sustainable development - encouraging food production within the city emerges as a viable tool for urban planning. This paper presents the results of a survey about the acceptance of the implementation of urban agriculture in the city of Porto Alegre / RS. The study was conducted using questionnaires made by email and through live interviews. Eighty five people were interviewed, all residents of the city of Porto Alegre. The final results show that food production in urban areas contributes to a more pleasant city and that 92% of respondents approve the idea of urban gardens. The study on urban agriculture in southern Brazil is still incipient and this work intend to contribute to increase knowledge about the population of Porto Alegre perceives and uses these spaces, stimulating the creation of more green and sustainable cities.

Keywords: Urban agriculture. Urban food production. Community garden.

1 INTRODUÇÃO

Em 2014, a população mundial atingiu 7,2 bilhões de habitantes. Mais da metade da população vive nas cidades atualmente, sendo esse

[1] PAIM, Alessandra; FRANZ, Eliane; Agricultura Urbana, Seus Benefícios e Sua Utilização na Cidade de Porto Alegre/RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

percentual de 54% e as estimativas para 2050 são de 66% da população vivendo nas áreas urbanas (UNITED NATIONS, 2014).
Nas áreas urbanas, principalmente nas zonas mais carentes, a desnutrição pela falta de acesso a alimentos nutritivos, devido aos preços elevados, é uma das principais preocupações na busca pela saúde desses moradores. As famílias urbanas pobres gastam até 80% de sua renda em alimentos, o que as torna muito vulneráveis quando os preços dos alimentos sobem ou sua renda diminui (FAO, 2012).

Segundo Sattler *et al.* (2001), a busca por novos sistemas de produção de alimentos economicamente viáveis e com menores impactos ambientais e sociais constitui um dos principais desafios do desenvolvimento sustentável. Neste sentido, a agricultura urbana se apresenta como uma promissora alternativa ao conjugar uma série de características convergentes com os princípios da sustentabilidade.

De acordo com Machado *et al.* (2002), essa modalidade de atividade agrícola promove mudanças benéficas na estrutura social, econômica e ambiental das cidades. Entretanto, sua concretização depende fundamentalmente de decisões políticas e da participação dos governantes. Em várias partes do mundo, tem surgido um crescente apoio à agricultura urbana, por organizações governamentais, não-governamentais e agências internacionais.

O presente estudo pretende investigar a implementação de hortas urbanas em Porto Alegre, buscando avaliar os incentivos existentes para a sua aplicação e o interesse da população. Foram aplicados questionários em formato de entrevistas ao vivo e online. A questão motivadora do trabalho foi identificar o interesse da população em plantar ou consumir alimentos produzidos dentro da cidade.

2 OBJETIVOS E BENEFÍCIOS DA AGRICULTURA URBANA

O Programa das Cidades Saudáveis da OMS reconhece os benefícios da agricultura urbana e apela para que a cidade e seus governantes incorporem políticas de produção de alimentos dentro do planejamento urbano (OMS, 2010).

Roese (2004), aponta algumas vantagens que podem ser adquiridas com a prática da agricultura urbana. Entre elas, destaca-se a produção de alimentos, a utilização de resíduos domésticos para compostagem, a utilização de espaços ociosos, a educação ambiental, a segurança alimentar, o desenvolvimento da economia local e por fim os aspectos benéficos de recreação e lazer.

Segundo Mclennan (2010), o atual modelo agrícola industrial operado em grande escala está destruindo a produtividade natural e cíclica do solo, contribuindo para sua deterioração e reduzindo a sua fertilidade. O solo e a água do planeta já suportaram décadas de agressão química de fertilizantes e pesticidas cujos efeitos são muitas vezes ainda desconhecidos.

Apesar da tendência crescente em adquirir alimentos orgânicos, nossos suprimentos alimentares globais estão cada vez mais contaminados com substâncias tóxicas (MCLENNAN, 2010).

À medida que as cidades crescem, perdem-se valiosas terras agrícolas. Isso resulta na produção de alimentos frescos em áreas rurais afastadas. O custo de transporte, empacotamento e refrigeração, o mau estado das estradas rurais e as perdas em trânsito aumentam a escassez e o custo de frutas e hortaliças nos mercados urbanos. Desse modo, o incentivo à horticultura intensiva nas periferias urbanas minimiza esses efeitos e reduz o desperdício dos alimentos (FAO, 2012).

A agricultura urbana tem se tornado um fenômeno socioeconômico crescente em todo o mundo. Nos países centrais, constitui um sistema de produção importante e competitivo, já nos países periféricos, a AU é uma estratégia de sobrevivência, pois fornece alimento e emprego para uma parcela significativa da população, representando nas cidades africanas um importante complemento da renda familiar e fonte de nutrição (MADALENO, 2002).

Além disso, outros aspectos importantes para a cidade são oportunizados pela prática da agricultura urbana, tais como: formação de microclimas e manutenção da biodiversidade, escoamento das águas das chuvas, diminuição da temperatura e também valor estético, qualificando os imóveis das redondezas (ROESE, 2004).

A compreensão de como os ambientes urbanos afetam a saúde e podem produzir benefícios é uma prioridade urgente, conforme foi reconhecido pela OMS em sua declaração de 2010 do Ano da Saúde Urbana. Pesquisas mostram que o corpo reage involuntariamente a elementos naturais, ao passo que ambientes artificiais como casas e ruas não provocam as mesmas rápidas e fortes reações (ULRICH, 1993). O contato com a natureza ajuda as pessoas a se concentrarem melhor e se recuperarem da fadiga e do stress (KAPLAN et al., 1998).

Uma forma eficaz de desenvolver a produção de alimentos dentro das cidades é através da criação e do incentivo de investimentos e recursos nas hortas escolares. Elas são um meio comprovado de promover a nutrição infantil, familiarizam as crianças com a horticultura, fornecem frutas e hortaliças frescas para as refeições, ajudam os professores a desenvolver cursos de nutrição e, quando replicadas em casa, melhoram a nutrição familiar (FAO, 2012).

3 INICIATIVAS INTERNACIONAIS DE PRODUÇÃO DE ALIMENTOS ATRAVÉS DA AGRICULTURA URBANA

Apesar do conceito de Agricultura Urbana remontar aos tempos da Pérsia antiga, nos dias de hoje a sua importância é maior do que nunca. Cerca de 15% de toda a produção alimentar provém da Agricultura Urbana, envolvendo 800 milhões de pessoas (FAO, 2012). Por um lado, seja na China,

África ou América do Sul, este tipo de produção trata-se de uma das poucas soluções de sobrevivência para as populações urbanas, ainda que de forma desorganizada. Por outro lado, em países desenvolvidos como a Alemanha, América do Sul, Canadá, Grã-Bretanha ou mesmo África do Sul, Austrália e Índia, a Agricultura Urbana é fortemente apoiada pelos governos locais.

Cuba pode ser considerado o país que obteve maior sucesso na implantação e continuidade das atividades de agricultura urbana. A queda do socialismo e o bloqueio econômico dos Estados Unidos geraram uma situação muito complicada no país. A agricultura urbana foi a alternativa para alimentar a população (FUNES, 2001).

Em São Francisco, a produção de alimentos em áreas urbanas é bem consolidada. Foi implementada recentemente uma normativa que propõe que os proprietários dos terrenos paguem menos impostos se permitirem que esses espaços sejam destinados à criação de hortas urbanas abertas à comunidade durante um período mínimo de cinco anos. Dessa maneira, São Francisco torna-se a primeira cidade dos Estados Unidos a oferecer incentivos fiscais para promover a agricultura urbana (FREEMAN, 2013).

Um exemplo que merece destaque é uma fazenda altamente produtiva localizada em *Pasadena*, na Califórnia. O Projeto *Urban Homestead* é uma fazenda urbana operada pela família Dervaes (figura 1). A área de cultivo é de 404,6m^2 sendo que além da produção de vegetais, tem-se a criação de galinhas, patos, coelhos, cabras, peixes e abelhas. O local possui uma variedade de 400 espécies vegetais, sendo que 99% do consumo próprio da família é gerado pela produção, sobrando um grande excedente que é vendido (WEI, 2015).

Figura 1 – À esquerda a foto da família Dervaes e à direita a produção



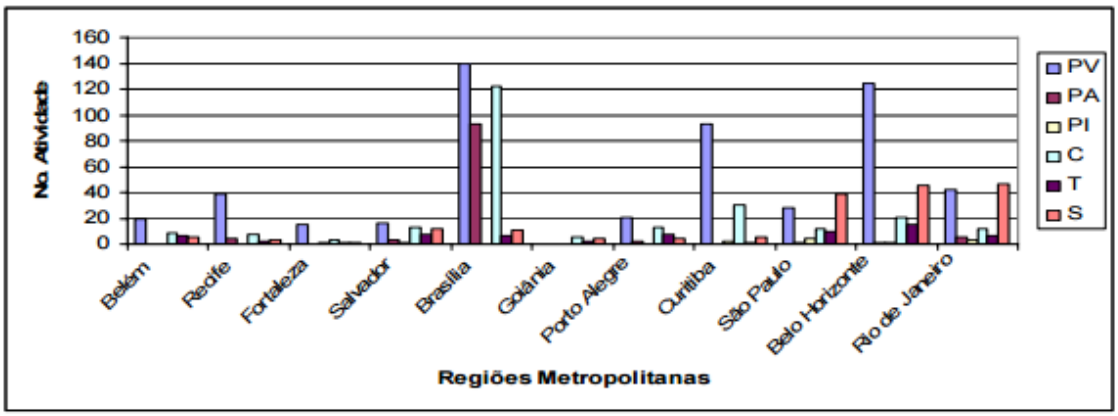
Fonte: WEI (2015)

Em Nova Iorque, um estudo feito pela organização *Design Trust for Public Space* aponta que em 2013 foram reconhecidas 900 pequenas fazendas e hortas na cidade, com cultivo de alimentos e criação de pequenos animais como galinhas e abelhas. O número representa um aumento de 28% em relação aos dados de 2012 (DESIGN TRUST FOR PUBLIC SPACE, 2013).

4 A AGRICULTURA URBANA E AS POLÍTICAS DE INCENTIVO À PRODUÇÃO DE ALIMENTOS NO BRASIL

A pesquisa realizada por Santandreu e Lovo (2007), sobre o Panorama da Agricultura Urbana e Periurbana (AUP) no Brasil registrou 635 iniciativas de AUP nas três regiões estudadas (figura 2). Entre elas, 537 tem como uma de suas atividades a produção, coleta ou extrativismo vegetal, 109 a produção animal, 12 a produção de insumos, 248 as atividades de comercialização, 66 a transformação e 175 atividades de serviços. A maior parte das iniciativas listadas combina mais de um tipo de atividade, assim o número total de iniciativas não confere com a soma do número de iniciativas por tipo de atividade.

Figura 2 - Quantidade de iniciativas por tipo de AUP desenvolvida nas 11 regiões metropolitanas estudadas



Fonte: Elaboração própria com base aos relatórios locais (2007).
PV=Produção Vegetal; PA=Produção Animal; PI=Produção de Insumos; C=Comercialização; T=Transformação; S=Serviços.

Fonte: Santandreu e Lovo (2007)

Em termos de políticas públicas nacionais, o Projeto Hortas Comunitárias, criado em 2003, vinculado ao Programa Fome Zero, insere-se entre as políticas locais que visam o aumento da oferta de alimentos. Fundamenta-se no modelo da agricultura urbana, a qual apresenta vantagens comparativas à agricultura rural por integrar de forma mais eficiente produção, processamento e comercialização, oferecendo produtos mais frescos diretamente ao consumidor. As hortas comunitárias (HCs) se destacam na agricultura urbana por permitirem às famílias pobres produzirem para autoconsumo, por gerar renda e trabalho nas regiões periféricas, além de possibilitar o abastecimento de creches, hospitais, escolas e outros projetos sociais (SANTANDREU E LOVO 2007).

O Ministério do Desenvolvimento Social e Combate à Fome (MDS) firmou um convênio com o Rio Grande do Sul, além de outros estados, para implantar um Centro de Apoio à Agricultura Urbana e Periurbana, por meio do qual o governo federal incentiva a pequena produção. Esse projeto pretende fornecer capacitação, assistência técnica e insumos visando o cultivo de forma comunitária com uso de tecnologias de base agroecológica, em espaços públicos urbanos e periurbanos ociosos. O objetivo é um aumento

na oferta de alimentação saudável e em quantidade suficiente e permanente, além de geração de trabalho e renda. (BRASIL, 2012).

Em Porto Alegre, destaca-se o exemplo da horta comunitária na Lomba do Pinheiro (figura 3), existente há quatro anos, onde se colhe feijão, cenoura, berinjela, alface, agrião, salsa, mandioca e girassol. Além dos alimentos, são cultivadas plantas medicinais para tratamento fitoterápico e para fabricação de sabão (TEIXEIRA, 2014).

Figura 3: Horta comunitária na Lomba do Pinheiro - Porto Alegre



Fonte: Teixeira (2014)

Outro exemplo que merece destaque em Porto Alegre, conforme reportagem do Globo Rural (2013), é a produção hidropônica de alimentos em um espaço de 62m² (figura 4), no terraço de um edifício no centro de Porto Alegre, onde o uruguaio Eduardo Solari utiliza o espaço para a produção de alimentos. Segundo Solari, são cultivados alface, rúcula, tomate, pimentão, ervas medicinais, temperos e árvores frutíferas dentro de uma estufa. A horta é mantida pelo rodízio dos moradores.

Figura 4- Produção hidropônica de alimentos no centro de Porto Alegre



Fonte: Globo Rural

Outro programa de incentivo identificado foi a Aliança Brasil Holanda pela Agricultura Urbana (ABHAU). Iniciada em outubro de 2015, a ABHAU tem por objetivo promover a troca de ideias entre especialistas, praticantes, estudantes e demais interessados na evolução da agricultura urbana nos dois países. A Holanda destaca-se no mundo pelo pioneirismo de seus projetos e políticas envolvendo a AU, enquanto que o Brasil apresenta

desafios e potenciais que despertam interesse em todo o planeta. O método da ABHAU focaliza em duas frentes no Brasil, que servem de "âncoras" para as trocas de ideias com os parceiros internacionais: A introdução da compostagem/agricultura urbana na APA Federal da Serra da Mantiqueira; e a popularização da ideia de "agricultura urbana" e de sua importância nos vários segmentos da sociedade brasileira (MOURA, 2015).

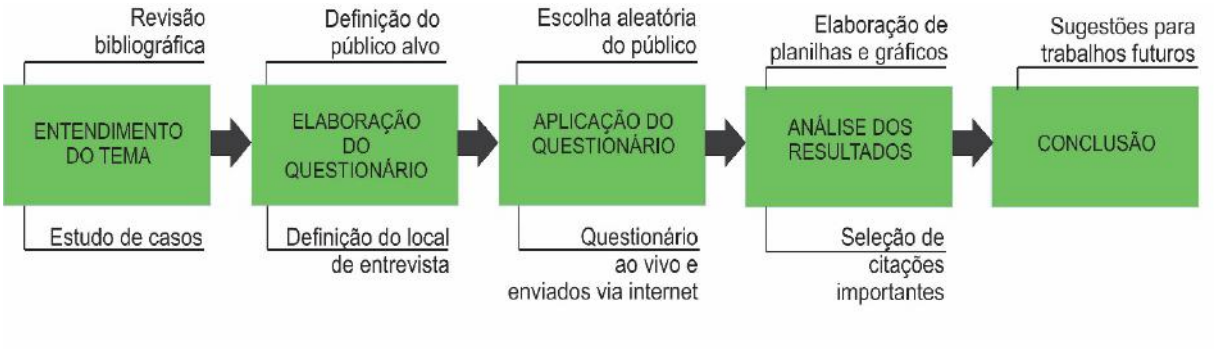
Já em Porto Alegre, a Câmara Municipal aprovou recentemente uma proposta para regulamentar e implementar a Lei Municipal 10.035, de 8 de agosto de 2006, que institui o Programa Municipal de Agricultura Urbana. O Programa consiste na ocupação de áreas urbanas compreendidas por terrenos dominiais ociosos do Município e por terrenos ociosos de particulares que os cedam temporariamente para o cultivo de hortaliças, frutas e plantas medicinais, entre outros (MACEDO, 2015).

Além disso, o atual prefeito José Fortunati assinou no dia 6 de novembro de 2015, a Carta de Milão, protocolo internacional que busca estimular a produção de alimentos nas proximidades de grandes centros urbanos, com base nos princípios da sustentabilidade e da justiça social. A assinatura faz de Porto Alegre uma das 100 cidades do mundo que aderiram ao Pacto Mundial pela Política Alimentar Urbana (Urban Food Policy Pact), liderado pela Prefeitura de Milão na Itália (FERNANDES, 2015).

5 METODOLOGIA

Para iniciar o desenvolvimento do presente trabalho, após revisão teórica, foi definido o roteiro de trabalho conforme demonstrado na figura 5.

Figura 5 - Metodologia para realização do trabalho



Fonte: Os autores

O questionário para coleta de dados sobre agricultura urbana foi aplicado em forma de entrevista ao vivo e também através de formulários do Google enviados via internet. A pesquisa aplicada foi principalmente de caráter qualitativo, proporcionando um relacionamento mais longo e flexível entre o pesquisador e os entrevistados, e tratou de informações subjetivas, amplas e com maior riqueza de detalhes do que os métodos quantitativos. Também se utilizaram de questões objetivas para coletar os dados de identificação do público.

Com relação ao local de pesquisa, definiu-se a cidade de Porto Alegre por ser a capital do estado do Rio Grande do Sul, com grande concentração populacional e também pelo fato de não se encontrar estudos desse tipo na presente cidade. As questões foram realizadas com público de feiras orgânicas, mercados, transeuntes de diversas profissões e faixas etárias para que fosse possível fazer uma comparação entre públicos com estilo de vida diversos.

As entrevistas realizadas em campo foram feitas em uma Feira Orgânica situada no bairro Bom Fim e próximas a um supermercado no mesmo bairro no dia 24/10/15, em uma manhã nublada e fria de sábado, temperatura média de 16ºC. No entorno do supermercado escolhido, a entrevista foi realizada por volta das 11 horas da manhã. Foi oferecida a participação da entrevista para 25 pessoas, sendo que dessas, 19 responderam. Já na Feira Orgânica do bairro, a entrevista foi realizada na mesma data, entre 12h30min e 14horas. O questionário foi oferecido a 22 pessoas, sendo que 18 responderam. Além dos entrevistados em campo, também foram enviados questionários por internet a grupos diversos com quem as pesquisadoras travam contato entre o período de 22/09/2015 a 11/11/2015. Desses, obteve-se retorno de 48 pessoas.

Ao total, foram obtidas em campo e pela internet 85 respostas. Após o recebimento das mesmas, realizou-se a categorização através da identificação de palavras-chaves comuns, para permitir o agrupamento e a identificação de similaridade entre os grupos de respostas. Tal procedimento permitiu a compreensão e identificação do perfil dos entrevistados. A montagem de planilhas e gráficos facilitou a compreensão e comparação dos dados.

6 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Do total de entrevistados, 82% residem em apartamentos, quantidade bem representativa para a capital do Rio Grande do Sul, onde a maioria da população se concentra áreas mais densas e verticalizadas. Quanto ao número de habitantes por residência, 34% dos domicílios são compostos por 2 habitantes e apenas 1% composto por mais de 6 habitantes.

Com relação ao consumo de alimentos orgânicos, 59% dos entrevistados consome algum tipo de alimento orgânico. Na entrevista, um indivíduo comentou que seu familiar está fazendo tratamento contra o câncer e recebeu recomendação médica de ingestão de alimentos orgânicos. Diversas pessoas mencionaram o consumo principalmente de temperos, verduras e legumes. Quando questionados sobre o plantio de algum tipo de vegetação em sua residência ou em outro local, 56 pessoas responderam que plantam algum tipo de vegetação, 27 pessoas não costumam plantar nada e 2 pessoas não responderam. Na figura 6, são apresentadas as justificativas apresentadas. Destacou-se o cultivo de temperos, seguido do plantio de flores e de plantas em geral. Algumas pessoas que não plantam em local nenhum justificaram a falta de sol e de tempo livre como fatores

decisivos. Percebe-se que é mais comum o cultivo de temperos, por ocuparem pouco espaço. Os demais entrevistados não justificaram as respostas.

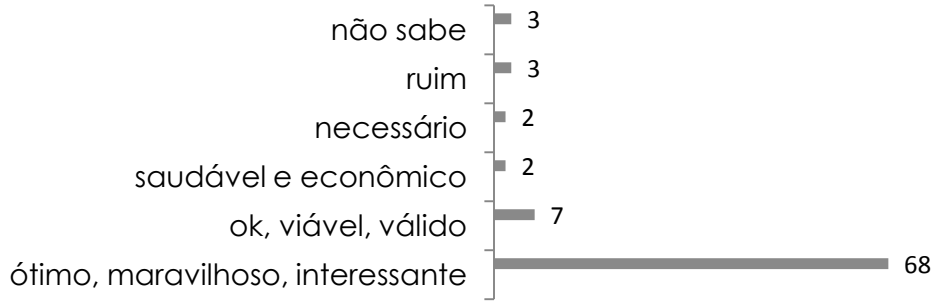
Figura 6 – Justificativas sobre plantio de vegetação pelos entrevistados.



Fonte: Os autores

Ao serem questionados sobre a prática de cultivar alimentos dentro da cidade, a grande maioria dos entrevistados foi favorável, demonstrando aceitação e conhecimento da prática da agricultura urbana conforme demonstrado na figura 7.

Figura 7 - Opinião dos entrevistados quanto a produção de alimentos na cidade



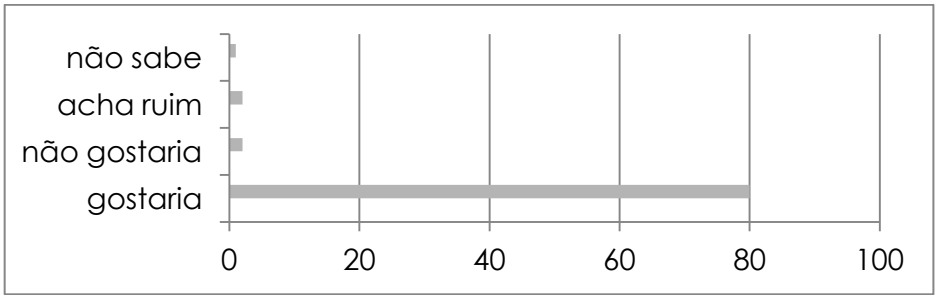
Fonte: Os autores

Analisando ainda a figura 7, 79 pessoas se mostraram favoráveis a ideia de produzir alimentos dentro da cidade. Entre as respostas dos entrevistados, destacaram-se afirmações sobre a importância dos alimentos cultivados de forma mais saudável. Outro entrevistado destacou a necessidade da informação da quantidade de agrotóxicos usados nos alimentos para conscientizar as pessoas a consumirem alimentos orgânicos. Outras pessoas destacaram a diminuição do preço dos alimentos oriundos de uma produção local, devido ao fornecimento regional e a redução do gasto em transporte. Também foi mencionado o desenvolvimento do espírito de comunidade como ponto positivo da prática da agricultura urbana. A necessidade do cuidado com as contaminações dos alimentos também foi apontada por um entrevistado. Uma vez que a maioria dos entrevistados

habita em apartamentos, foi salientada a necessidade de áreas abertas em praças ou terrenos vagos para cultivo.

Questionados a respeito de plantar e consumir alimentos de hortas coletivas dentro da cidade (figura 8), a maioria foi favorável. Algumas pessoas relataram a tentativa frustrada de colocar em prática a produção de alimentos dentro do condomínio, sendo o projeto mais tarde abandonado pela falta de engajamento dos condôminos.

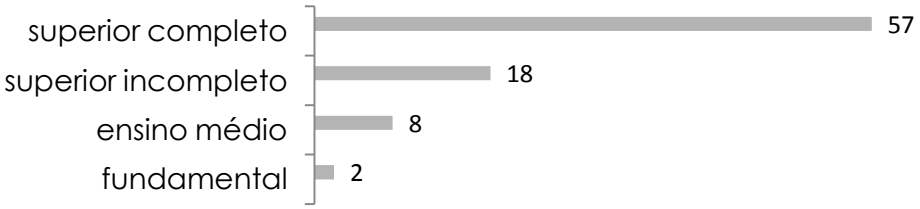
Figura 8 - Interesse em plantar/consumir alimentos de hortas coletivas



Fonte: Os autores

Com relação a escolaridade, a maioria dos entrevistados possui ensino superior, sendo que das 85 pessoas entrevistadas, 57 pessoas possuem o nível de escolaridade superior completo (figura 10). Esse resultado foi obtido devido ao local onde a pesquisa foi realizada, no bairro Bom Fim, um bairro de classe média e não reflete a realidade da população em geral.

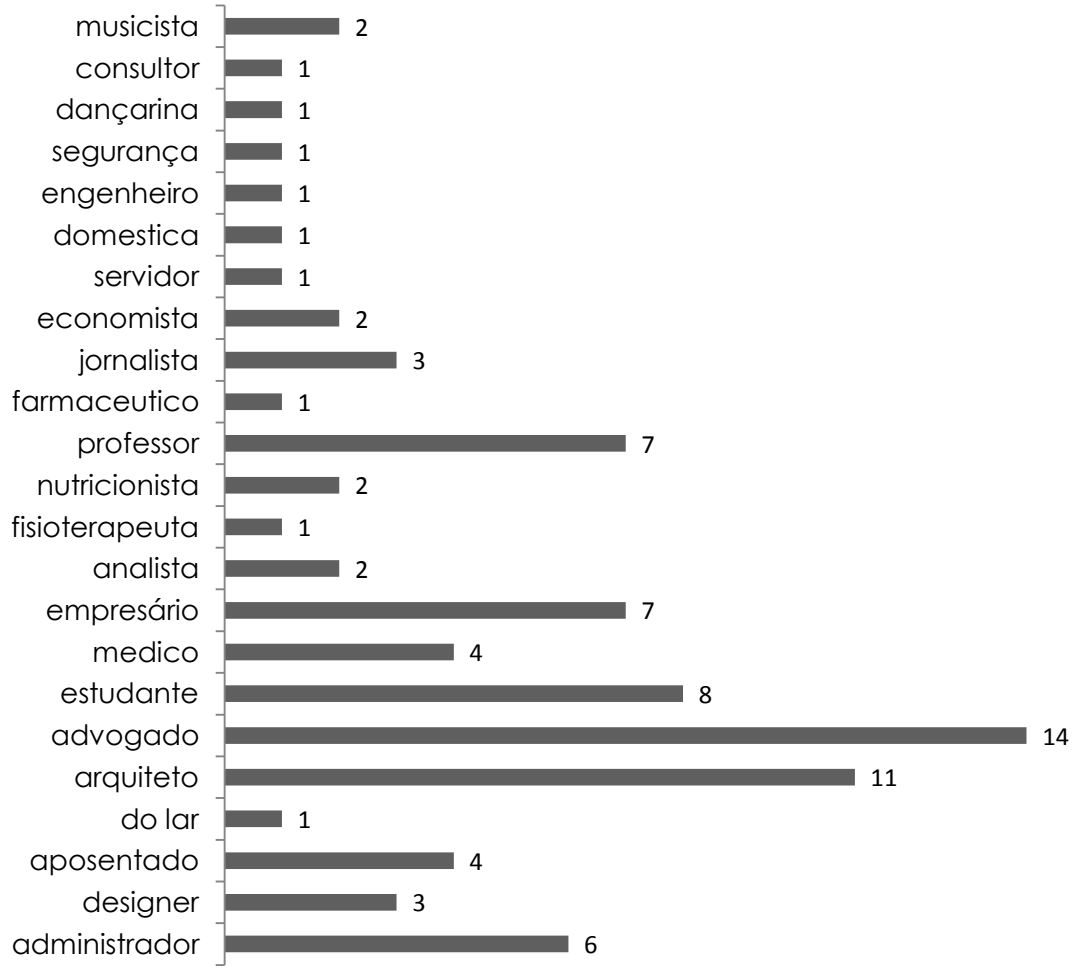
Figura 10 - Escolaridade



Fonte: Os autores

Com relação a profissão dos entrevistados, obteve-se um perfil muito variado de ocupação (figura 11). Novamente, o local em que a entrevista foi realizada influenciou esse resultado e pode não refletir a realidade da população.

Figura 11 - Profissão dos entrevistados



Fonte: Os autores

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A agricultura urbana demonstrou ser uma prática que propicia inúmeros benefícios, tanto para a cidade, em uma escala maior, como para os cidadãos, independente de participarem ativamente ou apenas travarem algum contato mesmo que visual desses espaços, ou através do consumo dos alimentos oriundos desse sistema de produção.

Além disso, percebe-se, pelos resultados gerados na pesquisa em campo, que a população tem o desejo de consumir alimentos mais saudáveis e que existe grande interesse em plantar e consumir alimentos oriundos da agricultura urbana.

Com relação a manifestação do desejo de plantar e de manter contato com a terra, verificou-se que o interesse por manipular a natureza é formado já na infância, sendo mencionado pelos entrevistados de forma saudosa. Por essa razão, atualmente muitos incentivos para a criação de hortas escolares têm sido difundidos nas escolas.

Para colocar efetivamente em prática essa atividade, em uma maior escala, seria necessário mais incentivo dos órgãos públicos através da viabilização de áreas e recursos. Trata-se, portanto, de um conjunto de esforços entre a população e os seus governantes.

Cabe salientar que a presente pesquisa foi um estudo piloto, de caráter quantitativo, e descreve a realidade apenas da parcela dos entrevistados. Para trabalhos futuros, recomenda-se uma pesquisa estatística.

Por fim, a prática da agricultura urbana se mostra vantajosa ao beneficiar a economia, o convívio em comunidade e a saúde dos moradores através do consumo de alimentos sem agrotóxicos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Região metropolitana de Porto Alegre vai ganhar Centro de Apoio à Agricultura Urbana**. 2012. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/cidadania-e-justica/2012/01/regiao-metropolitana-de-porto-alegre-vai-ganhar-centro-de-apoio-a-agricultura-urbana> Acesso em: 20 nov. 2015.

FAO - Food and Agriculture Organization on the United Nations. **Cidades mais verdes**. Horticultura Urbana e Periurbana2012. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/agp/greenercities/pt/hup/seguranca_alimentar.html>. Acesso em: 20 nov. 2015.

FERNANDES, Melina**. Capital adere ao Pacto Mundial pela Política Alimentar Urbana.** PORTO ALEGRE, **Prefeitura Municipal**. Nov. 2015. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/cs/default.php?p_noticia=182218>. Acesso em: 20 nov. 2015.

FREEMAN, K. **Farming in the Bay: 10 Urban Agriculture Projects in San Francisco**. São Francisco, 2013. Disponível em: <http://foodtank.com/news/2013/12/farming-in-the-bay-10-urban-agriculture-projects-san-francisco>. Acesso em: 17 nov.2015.

FUNES, F. **El movimiento cubano de agricultura orgânica, transformando el campo cubano**. La Habana: ACTAF, Cuba, 2001. p. 15-38.

GLOBO RURAL. **Em Porto Alegre, horta no topo de um edifício chama a atenção**. Globo Rural nov. 2013. Disponível em: <http://g1.globo.com/economia/agronegocios/noticia/2013/11/em-porto-alegre-horta-no-topo-de-um-edificio-chama-atencao.html>. Acesso em: 20 nov.2015

KAPLAN, Stephen. **Parks for the future: A psychological perspective**. Stadoch Land. Suiça,1990.

MACEDO, Maurício**. Indicação aprovada sugere implantação de Programa de Agricultura Urbana.** PORTO ALEGRE, Câmara Municipal. Mar. 2015. Disponível em: <http://www2.camarapoa.rs.gov.br/default.php?reg=23047&p_secao=56&di=2014-10-20> Acesso em: 20 nov. 2015.

MACHADO, A. T. et al. **Documentos 48 Agricultura Urbana**. Documento (Embrapa2002). Disponível em:

< http://bbeletronica.cpac.embrapa.br/2002/doc/doc_48.pdf> Acesso em: 18 nov. 2015.

MADALENO, I. M. **A Cidade das Mangueiras: Agricultura Urbana em Belém do Pará.** Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, Fundação para a Ciência e a Tecnologia, 2002.

MCLENNAN, J. **The Urban Agriculture Revolution**. Bringing Food into Living Cities. SEATTLE: Revista Trim Tab, 2010.

MOURA, Joaquim. **Aliança Brasil-Holanda de Agricultura Urbana.** Polinização transcultural - Inteligëncia coletiva - Comunidade de práticas. 2015. Disponível em: <http://www.agriculturaurbana.org.br/>. Acesso em: 20 nov. 2015.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE (OMS). Disponível em: <http://www.who.int/eportuguese/publications/pt/>. Acesso em: 20 nov.2015

ROESE, A. D. **Agricultura urbana: uma apresentação**. 2004. Disponível em:<http://agriculturaurbana.org.br/sitio/textos/Dinnys%20sobre%20AU.htm>. Acesso em: 20 nov. 2015.

SANTANDREU, A.; LOVO, I. **Panorama Da Agricultura Urbana E Periurbana No Brasil E Diretrizes Políticas Para Sua Promoção:** Identificação E Caracterização De Iniciativas De Agricultura Urbana E Periurbana Em Regiões Metropolitanas Brasileiras. 2007. Disponível em: <http://www.ruaf.org/sites/default/files/Panorama%20agricultura%20urbana%20Brasil%20e%20diretrizes%20para%20sua%20promocao.pdf >. Acesso em: 21 nov. 2015.

SATTLER, M. A. et al. **Agricultura Urbana e Paisagismo Produtivo: Uma proposta para o centro experimental de tecnologias habitacionais sustentáveis (CETHS) no município de Nova Hartz, RS**. II Encontro Nacional e I encontro latino americano sobre edificações e comunidades sustentáveis, Canela, 2001 – Núcleo Orientado para a Inovação da Edificação - NORIE I UFRGS, 2001. Disponível em: <http://www.elecs2013.ufpr.br/wp-content/uploads/anais/2001/2001_artigo_08.pdf>.Acesso em: 12 out. 2015.

TEIXEIRA, Bruno. **Horta na Lomba do Pinheiro ensina noções de sustentabilidade**. Prefeitura Municipal de Porto Alegre, 2014. Disponível em: <http://www2.portoalegre.rs.gov.br/portal_pmpa_cidadao/default.php?p_noticia=167664> Acesso em: 11 nov. 2015.

ULRICH, Roger S. **Biophilia, biophobia, and natural landscapes**. The biophilia hypothesis, v. 7, 1993.

UNITED NATIONS, **World Urbanization Prospects**. 2014. Disponível em: <http://esa.un.org/unpd/wup/highlights/wup2014-highlights.pdf> Acesso em: 20 nov. 2015.

WEI, Clarissa. **Urban Homestead Is a Working Micro-Farm in the Middle of Pasadena**. LA WEEKLY. 2015. Disponível em: <http://www.laweekly.com/restaurants/urban-

homestead-is-a-working-micro-farm-in-the-middle-of-pasadena-5322526> Acesso em 15 jan. 2016.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PANORAMA NACIONAL DAS EDIFICAÇÕES PÚBLICAS FEDERAIS COM FOCO EM ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA: OPORTUNIDADES E DESAFIOS[1]

GOMES, Anderson Ferreira (1); AMORIM, Cláudia Naves David (2)

(1) UNB, e-mail: anderson.gomes@agu.gov.br; (2) UNB, e-mail: clamorim@unb.br

RESUMO

O Governo Federal tornou compulsórias as Licitações Sustentáveis com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de suas edificações na classificação máxima, Nível "A" do PBE-Edifica, Instrução Normativa SLTI/MP nº 02(BRASIL, 2014). O objetivo desse trabalho é traçar um panorama nacional quantitativo e qualitativo das edificações públicas federais com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética, buscando identificar oportunidades e desafios. O estudo vem preencher uma lacuna de informações até então indisponíveis. As principais fontes utilizadas foram as bases de dados do Governo Federal, Comprasnet e SPIUnet, envolvendo respectivamente, a investigação do panorama de Licitações Públicas Sustentáveis e o estudo e mapeamento do universo de edificações de propriedade da União. Constatou-se que é grande a possibilidade de Uso do Poder de Compra, pois o total de compras públicas entre 2010 e 2014 foi de 318,2 bilhões de reais. Constatou-se também que o universo de imóveis com tipologia-destinação e área construída abrangido de fato pela IN02 (imóveis não residenciais), é de 5.503 edificações com área total de 218.980.875,00 m² distribuídas nacionalmente em 923 municípios.

Palavras-chave: Edificações públicas. Etiquetagem. Eficiência energética. PBE-Edifica. Licitações sustentáveis.

ABSTRACT

The Federal Government has made compulsory the Sustainable Procurement focused on labeling of energy efficiency of their buildings in the maximum classification level "A" of PBE-Build, Instruction SLTI / MP No. 02 (BRAZIL, 2014). The aim of this paper is to outline a quantitative and qualitative national overview of federal public buildings focusing on Labeling of Energy Efficiency in order to identify opportunities and challenges. The study fills a gap of information previously unavailable. The main sources used were the databases of the Federal Government, Comprasnet and SPIUnet involving respectively, the research panorama of Sustainable Public Procurement and the study and mapping of the universe of the Union owned buildings. It was found that there is a great possibility Use of purchasing power, as total public procurement between 2010 and 2014 was 318.2 billion reais. It was also found that the universe of real estate with type-allocation and building area covered in fact the IN02 (non-residential properties), is 5,503 buildings with total area of 218,980,875.00 m2 distributed nationally in 923 municipalities.

***Keywords**: Public buildings. Labeling. Energy efficiency. PBE - Build. Sustainable procurement.*

[1] GOMES, Anderson Ferreira; AMORIM, Cláudia Naves David. Panorama Nacional das Edificações Públicas federais com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética: Oportunidades e Desafios.In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O Governo Federal tornou compulsórias as Licitações Sustentáveis com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de suas edificações na classificação máxima, Nível "A" do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE-Edifica (Inmetro/Eletrobrás/PROCEL Edifica), Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 da então Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação - SLTI, do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MP.

A referida Instrução Normativa (IN) estabelece que nas compras de máquinas e aparelhos consumidores de energia, deverá ser exigido, nos instrumentos convocatórios, que os modelos dos bens fornecidos estejam classificados com classe de eficiência "A" na Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) vigente no período da aquisição.

A IN define também que os projetos e construções de novas edificações públicas federais devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto classe "A".

Ainda segundo definição da IN, os Retrofits (reformas de edificações que afetem a envoltória, sistema elétrico e ar-condicionado) devem ser desenvolvidos ou contratados visando, obrigatoriamente, à obtenção da ENCE Geral de Projeto classe "A".

Segundo relatórios do DW-SIASG-Comprasnet e do DW-SPIUnet, os gastos com Licitações do Governo Federal entre 2010 e 2014 foram de 318,2 bilhões de reais envolvendo diversos itens de material e serviço e, o universo de imóveis de propriedade da União totalizava em dezembro de 2015, 47.113 unidades com área total de 714.812.155 m^2 dos mais diversos tipos de proprietários e destinações, distribuídos nacionalmente e vinculados aos diversos órgãos.

As principais fontes utilizadas foram as bases de dados do Governo Federal, Comprasnet e SPIUnet, envolvendo respectivamente, a investigação do panorama de Licitações públicas sustentáveis e, o estudo e mapeamento do universo de imóveis com proprietários, tipologia-destinação e área construída abrangidos de fato pela IN 02.

Face ao exposto, o objetivo desse trabalho é traçar um panorama nacional quantitativo e qualitativo das edificações públicas federais com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética, buscando identificar oportunidades e desafios.

Espera-se que os resultados obtidos possam contribuir com a identificação de oportunidades e desafios para que as edificações públicas federais se tornem cada vez mais eficientes e sustentáveis, considerando-se o panorama atual da Gestão e das Licitações Sustentáveis destas edificações.

2 ETIQUETAGEM DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES - CONTEXTO INTERNACIONAL E BRASILEIRO

Segundo dados da Agência Internacional de Energia (IEA, 2014) e estudos do PNUMA, Ministério do Meio Ambiente e do Conselho Brasileiro de Construção Sustentável – CBCS (BRASIL, 2014), a eficiência energética tem grande importância na atualidade, sendo colocada na categoria de "primeiro combustível.

Os estudos informam que os edifícios representam uma das principais fontes de consumo de energia, internacionalmente e no Brasil, sendo parcialmente responsáveis pelo alto crescimento em consumo energético e emissões de CO2.

Além dos aumentos mundiais no custo de energia e o eventual esgotamento dos combustíveis fósseis, a IEA constata que será necessário reduzir as emissões de CO2 provenientes do setor em 77% até o ano 2050 para evitar uma mudança climática desastrosa e manter o aquecimento global abaixo de 2°C (IEA, 2014).

A energia elétrica gasta nos edifícios do Brasil soma 44,9% do consumo nacional, e 8,3% desse total são de edificações públicas (BEN-EPE, 2014).

Conforme os autores responsáveis pelo estudo "The 2014 International Energy Efficiency Scorecard", um país que usa menos energia para atingir os mesmos ou melhores resultados reduz seus custos e poluição, com a criação de uma economia mais forte e competitiva.

Segundo relatório do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE, 2013), no debate sobre a sustentabilidade na construção civil, estão inseridas as chamadas edificações eficientes, onde as principais medidas de estímulo a essa temática são etiquetagem, avaliação e classificação de desempenho ambiental de edifícios.

No Brasil a etiquetagem de eficiência energética teve seu início em caráter voluntário no ano de 2009, quando naquele ano surgiu o Regulamento Técnico da Qualidade para o nível de Eficiência Energética de Edifícios comerciais, de Serviços e Públicos - RTQ-C, (INMETRO, 2009), aprovado no âmbito do Programa Brasileiro de Etiquetagem - PBE.

Ainda no âmbito do PBE, recentemente a etiquetagem de eficiência energética de Edificações tornou-se compulsória na classificação máxima, nível "A" (mais eficiente) do RTQ-C, somente para os prédios federais, devido à publicação da IN 02 de 2014.

3 LICITAÇÕES DE EDIFICAÇÕES PÚBLICAS FEDERAIS EFICIENTES E SUSTENTÁVEIS

3.1 Licitações Públicas

A Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993, Lei de Licitações e Contratos Administrativos, e a Lei nº 10.520, de 17 de julho de 2002, Lei do Pregão,

constituem a legislação básica sobre licitações e contratos para a Administração Pública.

A Licitação é o procedimento administrativo formal em que a Administração Pública convoca, por meio de condições estabelecidas em ato próprio (edital

ou convite), empresas interessadas na apresentação de propostas para o oferecimento de bens e serviços.

3.2 Portal de Compras do Governo Federal (Comprasnet)

O Portal de Compras do Governo Federal (Comprasnet), mantido e gerido pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MP é um sistema web destinado à realização de licitações, contratações e aquisições promovidas pelas instituições do governo federal, que controla a execução dos processos de contratação.

O sistema Comprasnet comporta, dentre outros, o cadastro de todos os atores envolvidos nas licitações, inclusive de Obras e Serviços de Engenharia (Ex: fornecedores; gestores e órgãos públicos), bem como, um catálogo de bens (Ex: Condicionador de Ar SPLIT nível "A" do PBE; Componentes Fotovoltaicos– Inversores nível "A "do PBE) e de serviços (Ex: Obras e Serviços de Engenharia e Arquitetura), que são respectivamente o CATMAT e CATSER, os quais operacionalizam as compras públicas dos bens e serviços adquiridos.

3.3 Licitações Públicas Sustentáveis no Governo Federal

O art. 3º da Lei nº 8666, de 21 de junho de 1993, estabelece que a licitação destina-se a garantir a observância do princípio constitucional da isonomia, a seleção da proposta mais vantajosa para a administração e a promoção do desenvolvimento nacional sustentável.

Na contratação para compra de bens, execução de obras ou prestação de serviços e na elaboração de projetos básicos ou executivos devem ser observados os critérios de sustentabilidade ambiental previstos na Instrução Normativa SLTI/MP n° 01, de 29 de janeiro de 2010.

Já o Acórdão Nº 5804/2013 – TCU – 2ª Câmara traz a seguinte recomendação: 1.7.1 ao órgão que adote critérios de sustentabilidade na aquisição de bens, materiais de tecnologia da informação, bem como na contratação de serviços ou obras, conforme disposto na Decisão Normativa Nº 108/2010, na IN Nº 1/2010 e na Portaria Nº 2/2010, ambas da Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.

Conforme dito anteriormente, o Governo Federal tornou compulsórias as Licitações Sustentáveis com foco na Etiquetagem de Eficiência Energética de suas edificações na classificação máxima, Nível "A" do PBE, Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 (BRASIL, 2014).

As principais bases legais para a elaboração e expedição da IN 02, foram o art. 3º da Lei nº 8666/93; a Instrução Normativa Nº 1/2010, o Decreto Nº 7.746, de 5 de junho de 2012 (Regulamenta o art. 3o da Lei no 8.666) e a Lei nº 10.295 de 17 de outubro de 2001 (conhecida como Lei da Eficiência Energética, a qual dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia e visa desenvolver, difundir e estimular a eficiência Energética no País.

3.4 Contratações Governamentais com Critérios de Sustentabilidade-Comprasnet-SIASG-CATMAT-CATSER

O Programa de Licitações Públicas Sustentáveis é uma iniciativa do Governo Federal para valorizar a compra de produtos que utilizam critérios ambientais, econômicos e sociais, em todas as etapas do ciclo de vida desses bens, transformando suas aquisições em instrumentos de proteção à natureza.

Os gestores públicos utilizam o Sistema Integrado de Administração e Serviços Gerais – SIASG do Ministério do Planejamento para consulta e inclusão de itens de Material e Serviço nos catálogos de Material e de Serviço, respectivamente CATMAT e CATSER.

O CATMAT foi alterado em 2010 para incluir obrigatoriamente a informação do item de material ser ou não sustentável, motivado principalmente devido à publicação da IN SLTI/MP Nº 01 de 2010.

Os critérios iniciais de sustentabilidade adotados no cadastro dos itens de material foram produtos reciclados, recicláveis e biodegradáveis, além de carros bicombustíveis e produtos com Selo PROCEL.

Esta alteração no CATMAT faz com que os gestores públicos ao fazerem pedidos de catalogação de material informem se o item a ser cadastrado é sustentável ou não, buscando incluírem itens sustentáveis, salvo em contrário, por motivos devidamente justificados (requisitantes de material).

4 INSTRUÇÃO NORMATIVA SLTI/MP Nº 02 de 2014

O Governo Federal publicou a Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014 a qual dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit, tornando obrigatória a emissão de ENCE de categoria "A" do Regulamento Técnico de Qualidade - RTQ-C.

Conforme o art. 8º da Instrução Normativa estão dispensadas da obtenção da ENCE, as edificações com até 500m^2 (quinhentos metros quadrados) de área construída ou cujo valor da obra seja inferior ao equivalente ao Custo

Básico da Construção Civil- CUB –Médio Brasil atualizado aplicado a uma construção de 500m^2.

A elaboração e publicação da IN, foi o resultado de um trabalho de técnicos do governo federal e especialistas de diversos órgãos e entidades (inclusive da Academia) sobre Licitações públicas e etiquetagem de eficiência energética.

4.1 Grupo Técnico Operacional – GTO da Instrução Normativa SLTI/MP Nº 02 de 2014

Visando a operacionalização e suporte técnico operacional aos gestores públicos na implantação da IN 02, foi criado ainda em 2014, pelo Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão - MP, um Grupo Técnico Operacional – GTO, cujo objetivo é orientar os gestores no processo de obtenção da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia para edificações públicas, sejam novas ou reformadas e na compra de itens de material etiquetados nível "A" do PBE, em observância ao disposto na IN.

O GTO é coordenado e secretariado pelo MP, possuindo como membros basicamente aqueles que atuaram e contribuíram na elaboração da IN 02 e, no âmbito do mesmo foram criados dois subgrupos bastante específicos, o Edificações Públicas Sustentáveis– EPS, coordenado pela Eletrobrás - PROCEL e o Compras Públicas Sustentáveis –CPS, coordenado pelo INMETRO.

5 EDIFICAÇÕES PÚBLICAS FEDERAIS

5.1 SPU- Secretaria do Patrimônio da União

A Secretaria do Patrimônio da União, ligada ao Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, é o órgão legalmente imbuído de administrar, fiscalizar e outorgar a utilização, nos regimes e condições permitidos em lei, dos imóveis da União.

5.2 SPIUnet - Sistema de Gerenciamento dos Imóveis de Uso Especial da União

O Sistema de Patrimônio Imobiliário de Uso especial da União – SPIUnet faz a gerência da utilização dos imóveis da União, de caráter "Bens de Uso Especial, possui um universo de imóveis cadastrados de propriedade da União.

São imóveis da União, de caráter "Bens de Uso Especial, os imóveis da União, de terceiros, que a União utiliza, próprios de Fundações e Autarquias e de Empresas Estatais dependentes.

Os imóveis abrangidos pela IN 02 de 2014, são somente do tipo edificações não residenciais, com destinação, proprietários e área construída definidos na mesma.

6 MÉTODO

O método empregado neste trabalho contempla respectivamente a investigação do panorama de Licitações públicas sustentáveis e o estudo e mapeamento do universo de edificações de propriedade da União, abrangidos pela Instrução Normativa SLTI/MP nº 2/2014.

Na primeira etapa, foi realizadarevisão bibliográfica da legislação aplicada visando entender e limitar o problema investigado.

A segunda etapa constou na análise depurativa dos bancos de dados do Comprasnet e SPIUnet nos períodos antes e após as INs, quantificando:

- O numero de licitações públicas em serviços de engenharia e arquitetura e os valores correspondentes – (consultas ao Dw do Comprasnet);
- O número de processos de compras de materiais sustentáveis no setor público e valores correspondentes- (consultas ao DW do Comprasnet);
- O número real de edificações públicas federais objeto da IN 02, buscando identificá-las do total através de critérios eliminatórios, tais como: área, tipologia, etc. (consultas ao DW do SPIUnet);

Foi feita a distribuição quantitativa das edificações segundo sua tipologia/uso e localização geográfica por Unidade da Federação - UF.

Como etapa final, realizou-se a análise dos dados buscando identificar os atuais problemas e oportunidades para implementação das INS no contexto brasileiro.

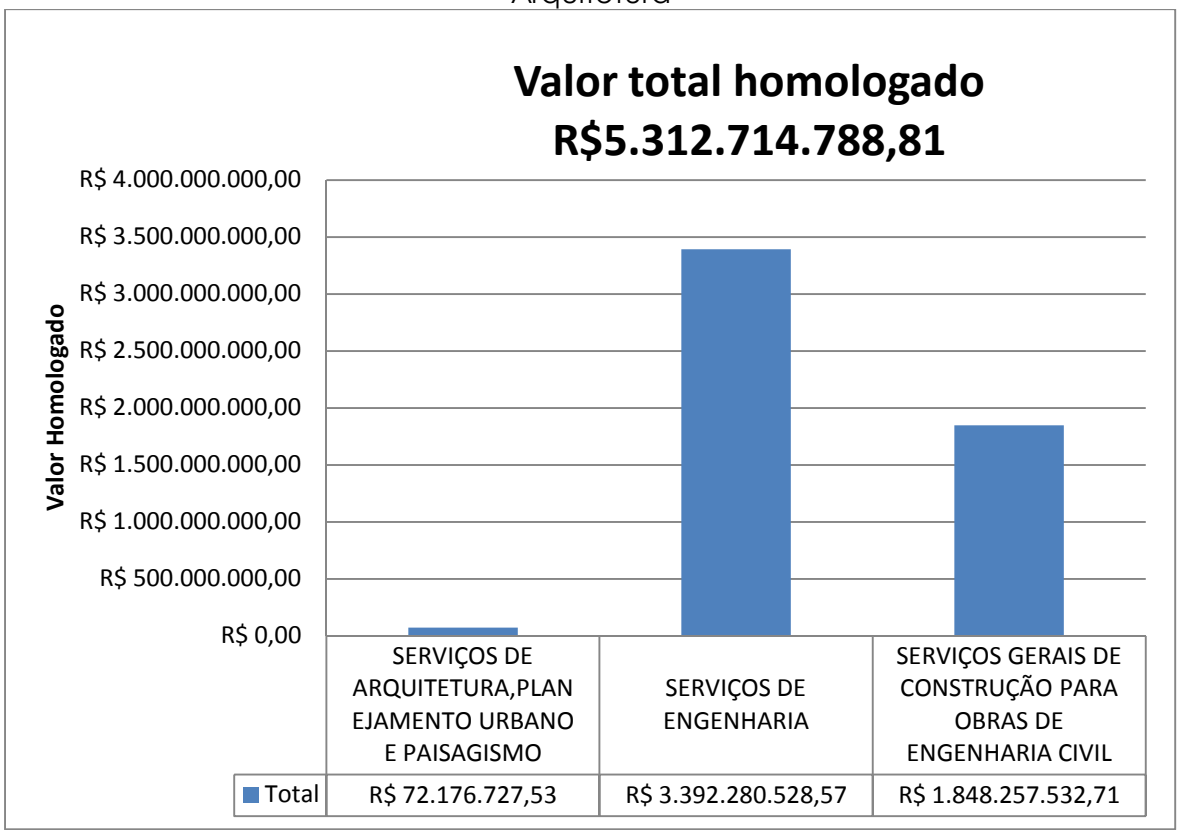
7 RESULTADOS E DISCUSSÃO

7.1- Licitações Públicas no Governo Federal

O CATSER, não possui alteração semelhante como a existente no CATMAT para que os Gestores façam inclusões de itens de serviço sustentáveis.

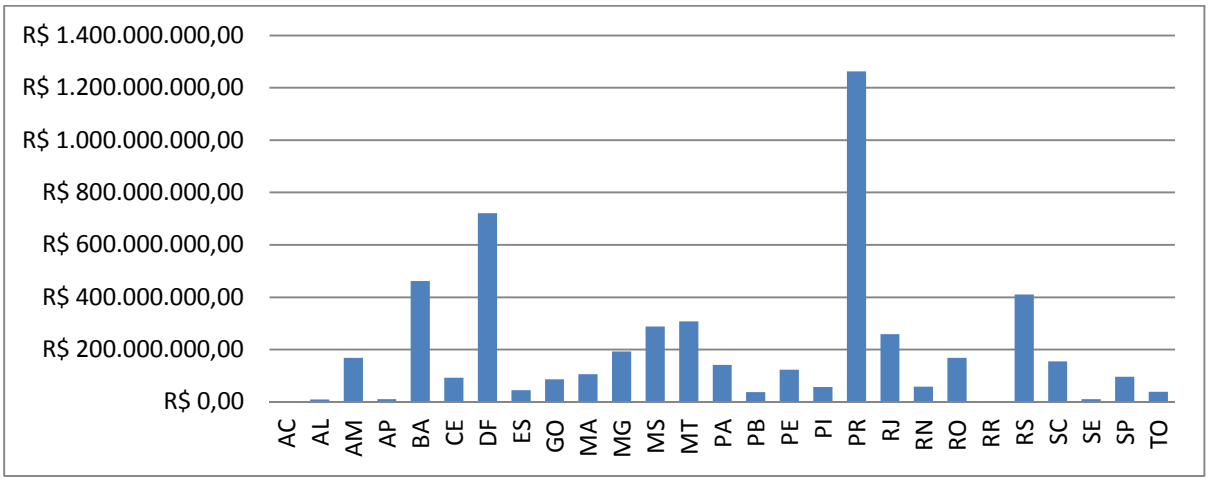
Nos gráficos 1 e 2 a seguir temos os valores homologados de itens de serviço do CATSER, somente nas Licitações de serviços de Engenharia e Arquitetura e de obras, total geral e por unidade da federação (UF).

Gráfico 1 – Valores homologados em licitações de Serviços de Engenharia e Arquitetura



Fonte: DW-SIASG-Comprasnet (DEZ.2015)

Gráfico 2 – Valores homologados em licitações de Serviços de Engenharia e Arquitetura por Unidade da Federação – UF



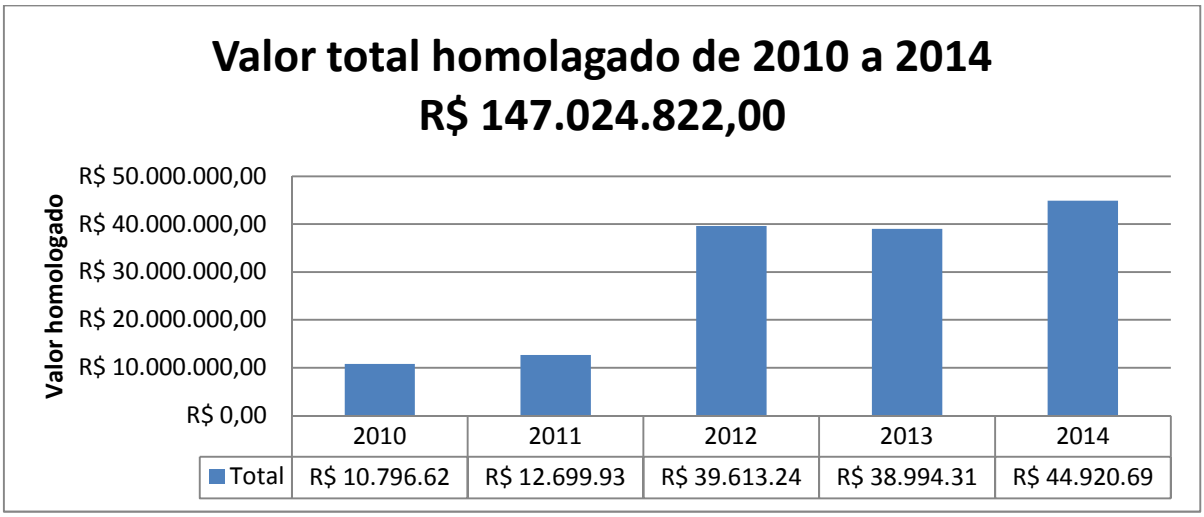
Fonte: DW-SIASG-Comprasnet (DEZ.2015)

Os resultados dos gráficos 1 e 2 demonstram que apesar das licitações de Serviços de Engenharia e Arquitetura serem muito expressivas, não abordam explicitamente no cadastro do CATSER, o mecanismo de identificação de item de serviço sustentável, ou seja, não disponibiliza nem torna transparente aos Gestores, os itens de serviço os quais eles devem utilizar nas suas contratações de serviços de etiquetagem de eficiência energética das edificações novas ou que recebam retrofit.

7.2 Licitações Públicas com critérios Sustentáveis no Governo Federal

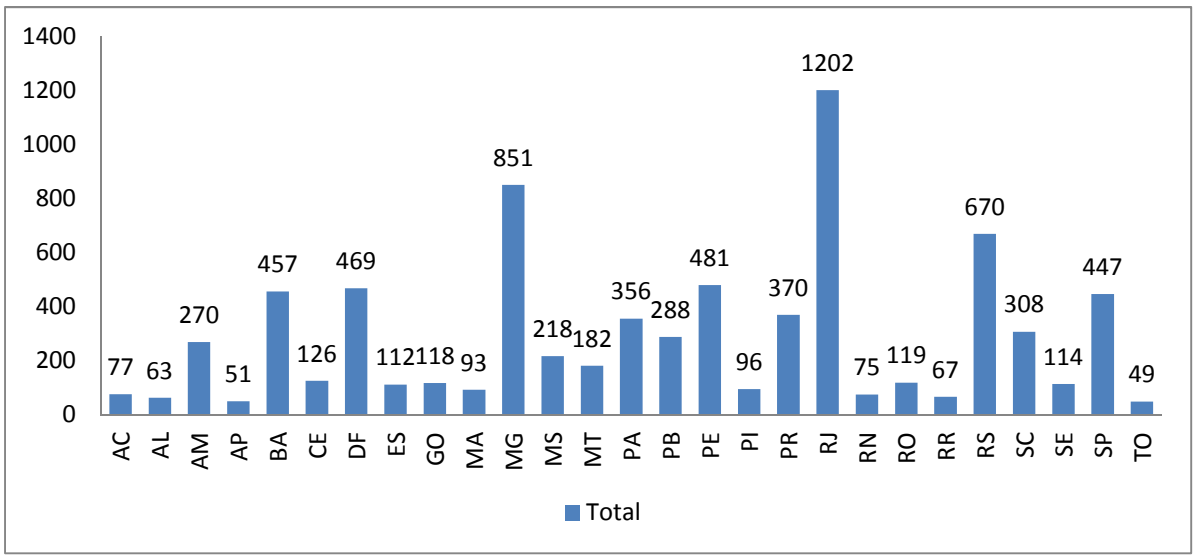
Nos gráficos 3 e 4 a seguir temos os valores homologados e o número de processos de compra de itens de material sustentáveis por UF entre de 2010 e 2014, inclusos itens pertencentes à lista do PBE/INMETRO de produtos etiquetados "A".

Gráfico 3 – Valor homologado de itens de material sustentáveis de 2010 a 2014.



Fonte: DW-SIASG-Comprasnet (2015)

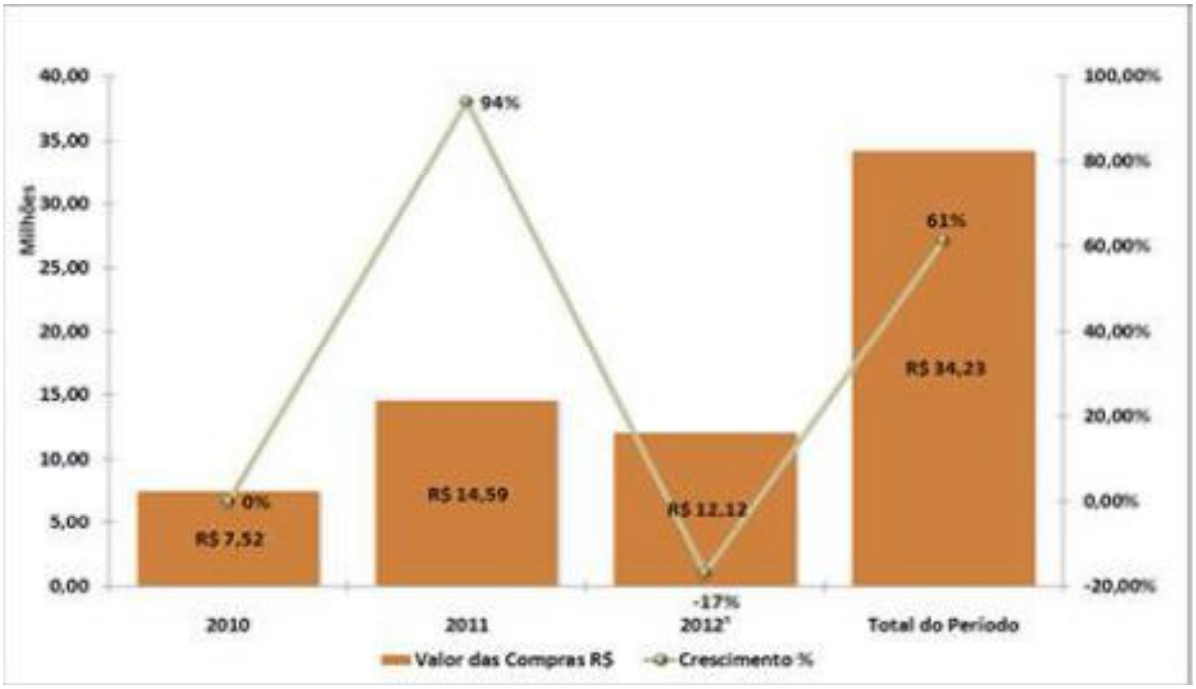
Gráfico 4 – Processos de compra de itens de material sustentáveis de 2010 a 2014 por UF



Fonte: DW-SIASG-Comprasnet (2015)

Já o gráfico 5, apresenta as compras públicas sustentáveis feitas no primeiro trimestre de 2012, as quais representaram 83% das aquisições realizadas em 2011 nas chamadas "licitações sustentáveis". Na comparação desse período com o ano de 2010, verificou-se um crescimento de 61% nas aquisições do governo federal. Até março de 2012, o valor dessas compras foi de R$ 12 milhões de reais.

Gráfico 5 – Informativo Sustentável do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão



Fonte: DW-SIASG-Comprasnet (2013)

Atualmente o Catálogo de material - CATMAT possui 1.022 itens classificados e definidos com critérios de sustentabilidade e disponíveis para uso dos órgãos para Compras Públicas Sustentáveis-CPS.

Conforme análise do DW-SIASG houve um crescimento relevante das compras públicas sustentáveis no período de 2010 a 2012, onde os produtos mais adquiridos foram cartucho de tinta reciclado para impressora (41,5%), toner reciclado para impressora (23,9%), aparelho de ar condicionado (7,5%) e papel reciclado (6,2%). Veículos que utilizam bicombustíveis e copos de amido de milho também integram o cadastro.

7.3 Edificações Públicas Federais

O universo de imóveis cadastrados até dezembro de 2015 na base de dados geral do SPIUnet totalizou 47.113 unidades, porém, desse total somente 22.153 unidades eram de edificações, ficando constatado ao final da análise que, as edificações com proprietário, tipologia-destinação e área construída abrangidas de fato pela IN 02, totalizaram 5.503 unidades com área total construída de 218.980.875,00 m^2 distribuídas nacionalmente em 923 municípios.

O gráfico 6, a seguir, apresenta os tipos de destinações e quantidades de edificações abrangidas pela Instrução Normativa SLTI/MP nº 02 de 2014.

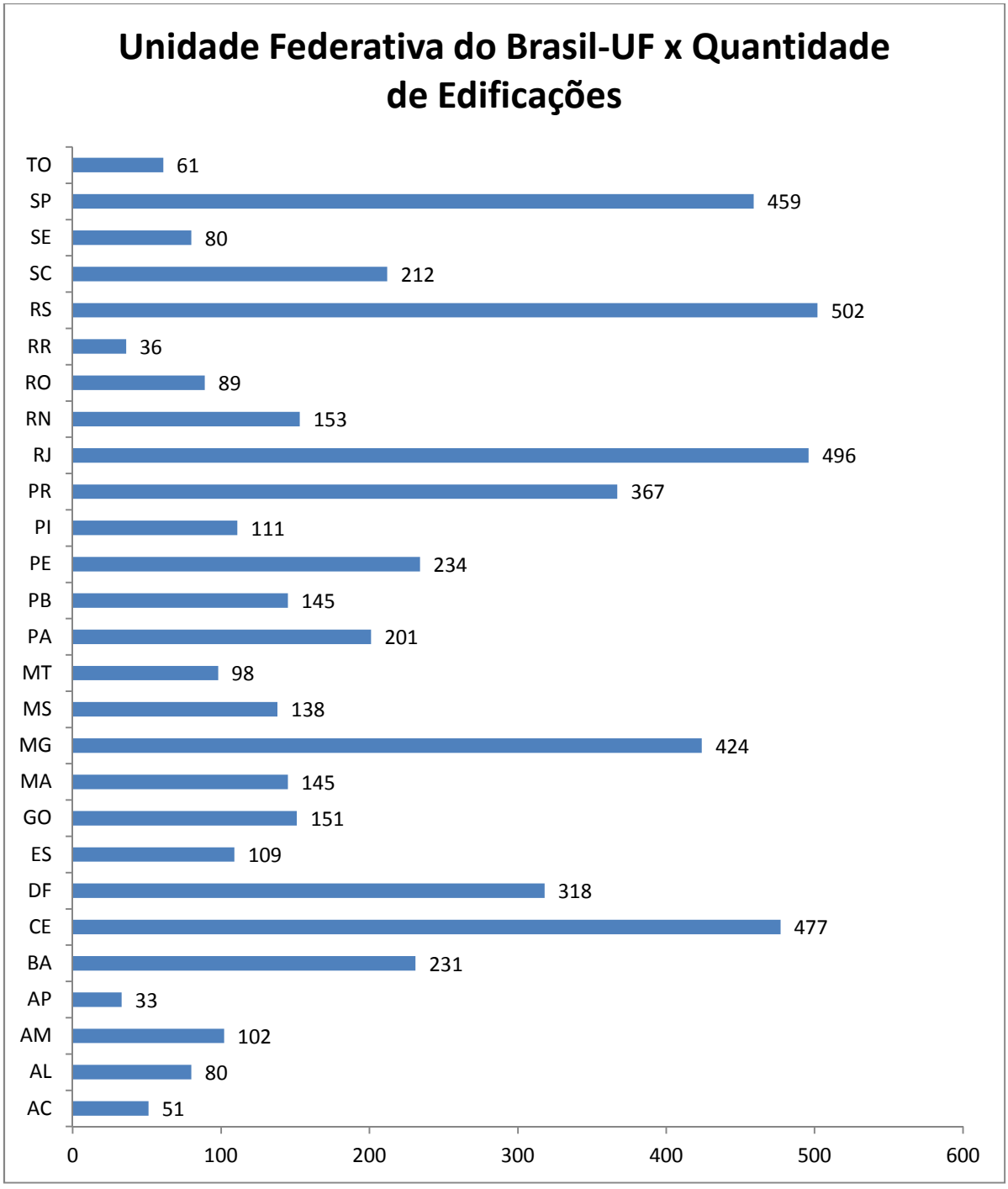
Gráfico 6 – Tipologia de Imóveis abrangidos pela IN 02 de 2014



Fonte: Os autores

O gráfico 7 a seguir, apresenta os quantitativos das Edificações abrangidas pela IN 02, distribuídas nacionalmente por UF.

Gráfico7 – Quantidade de imóveis (edificações) abrangidos pela IN 02 de 2014, distribuídas nacionalmente por UF

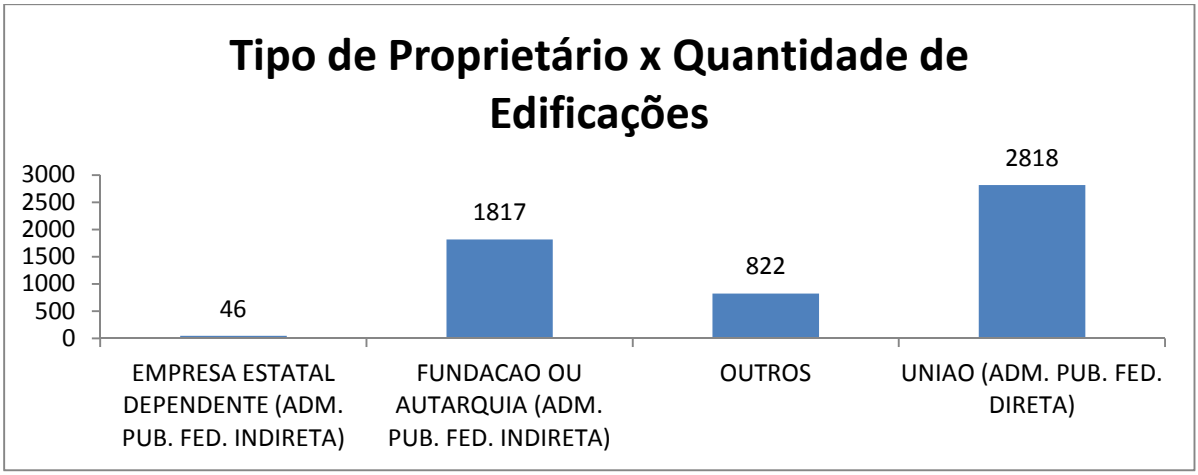


Fonte: Os autores

Verificou-se que dentre as 27 Unidades Federativas do Brasil, os Estados do Rio Grande do Sul, Rio de Janeiro, Ceará, São Paulo, Minas Gerais, Paraná e o Distrito Federal, nesta sequência de *Ranking*, são as que mais possuem edificações abrangidas pela IN 02.

O gráfico 8 a seguir, apresenta a quantidade de imóveis (edificações) distribuídas, por Tipo de Proprietário.

Gráfico 8 – Quantidade de imóveis (edificações) distribuídas, por Tipo de Proprietário, abrangidas pela IN 02 de 2014



Fonte: Os autores

Verificou-se que a União os) possui a maior quantidade de edificações abrangidas pela IN 02.

A tabela 1 a seguir, apresenta a quantidade de edificações públicas federais distribuídas somente nos Municípios-Capitais das Unidades Federativas do Brasil.

Tabela 1 – Quantidade de Edificações Públicas Federais abrangidas pela IN02 de 2014, distribuídas somente nos Municípios-Capitais das Unidades Federativas do Brasil.

UF	MUNICÍPIOS (CAPITAIS BRASILEIRAS)	QUANTIDADE DE EDIFICAÇÕES
CE	FORTALEZA	362
RJ	RIO DE JANEIRO	357
DF	BRASILIA	318
SP	SAO PAULO	136
PE	RECIFE	121
PR	CURITIBA	110
MA	SAO LUIS	104
BA	SALVADOR	102
MG	BELO HORIZONTE	94
PA	BELEM	81
RN	NATAL	80
RS	PORTO ALEGRE	76
AM	MANAUS	68
GO	GOIÂNIA	66
ES	VITÓRIA	60
PB	JOÃO PESSOA	56
AL	MACEIO	53
SC	FLORIANÓPOLIS	51
MS	CAMPO GRANDE	46

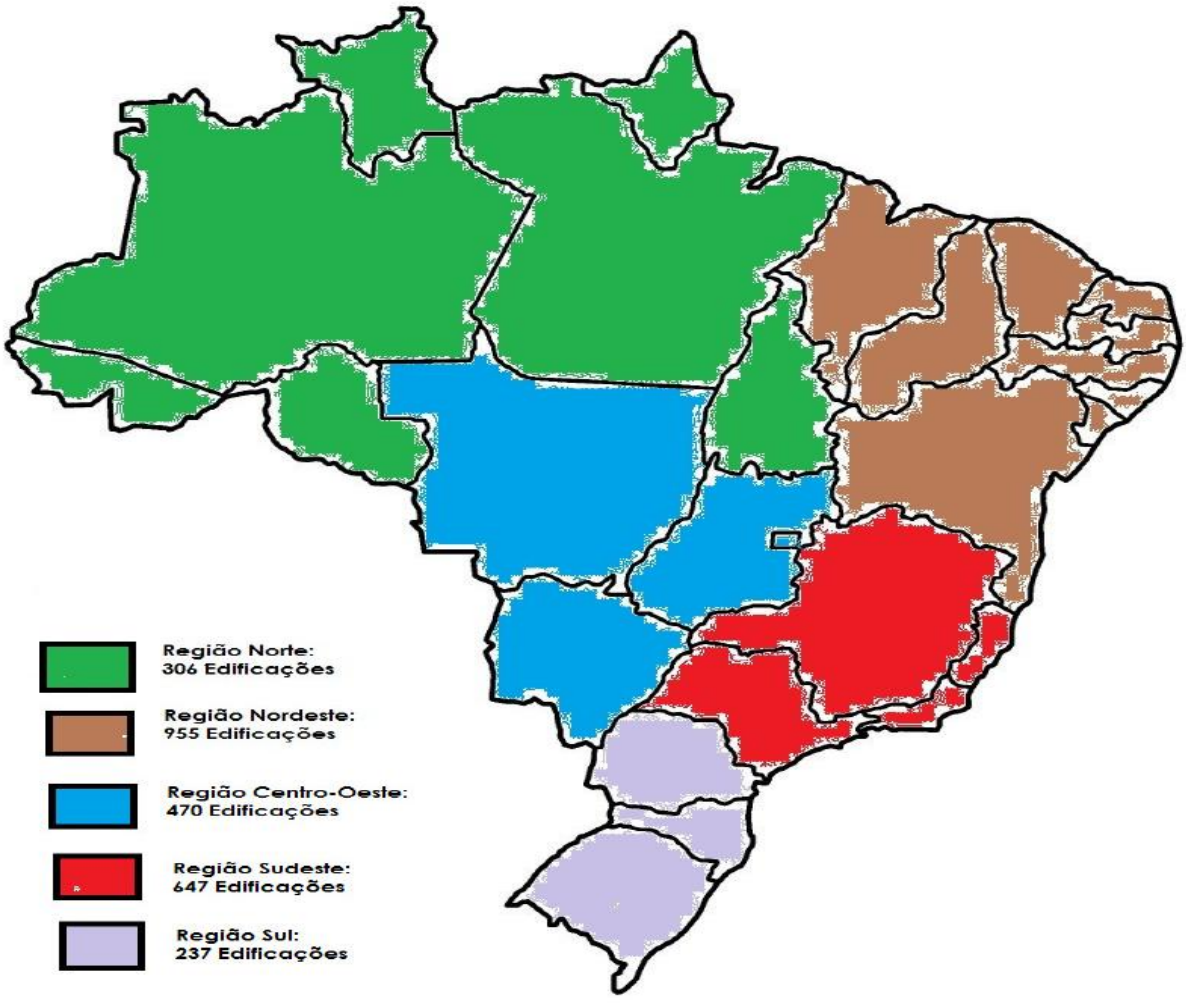
PI	TERESINA	44
SE	ARACAJU	43
RO	PORTO VELHO	43
MT	CUIABÁ	40
AC	RIO BRANCO	38
RR	BOA VISTA	28
TO	PALMAS	24
AP	MACAPÁ	24
	TOTAL	**2.625**

Fonte: Os autores

Conforme tabela 1 apresentada anteriormente, vimos que, do total geral (nacional) de edificações públicas federais abrangidas pela IN 02 (5.503 unidades distribuídas em 923 Municípios), 47,7 % ficam localizadas nos Municípios-Capitais das Unidades Federativas do Brasil.

A figura 1 a seguir ilustra a distribuição regional das edificações constantes da Tabela. 1

Figura 1 – Distribuição Regional do quantitativo de Edificações Públicas Federais abrangidas pela IN 02 de 2014, somente nos Municípios-Capitais das Unidades Federativas do Brasil.



Fonte: Os autores

7.4 Grupo Técnico Operacional – GTO da Instrução Normativa SLTI/MP Nº 02 de 2014

Dentre outros trabalhos e ações dos membros do Grupo Técnico Operacional – GTO destacam-se dois grandes resultados que foi o Relatório para especificação técnica de Condicionadores de Ar com eficiência energética "A", elaborado pelo subgrupo Compras Públicas Sustentáveis - CPS/GTO e, o Manual para etiquetagem de edificações Públicas – Gestor, elaborado pelo subgrupo de Edificações Públicas Sustentáveis– EPS/GTO.

Uma questão importante a ser colocada, objeto da pesquisa a ser continuada, é quantos dos gestores públicos efetivamente estão a par e utilizam estes materiais disponíveis, os quais são ferramentas efetivas de implementação da IN 02 de 2014.

8 CONCLUSÕES

A etiquetagem de Eficiência Energética do PBE proporciona mecanismos para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia e contratação de edificações com a definição de requisitos de eficiência energética a serem incorporados nos processos licitatórios (Licitações Sustentáveis).

É necessário evoluir na adequação do Catálogo de Material CATMAT-SIASG-Comprasnet com a inclusão de todos os itens de material etiquetados com nível "A" da tabela de produtos aprovados no PBE-INMETRO (Especificações Técnicas Padronizadas).

É necessário também adequar o Catálogo de Serviços CATSER-SIASG-Comprasnet com a inclusão de itens de serviço de etiquetagem de eficiência energética das edificações do PBE-Edifica (Especificações Técnicas Padronizadas).

A IN 02 busca aumentar as Licitações Sustentáveis-CPS segundo o critério de Eficiência Energética, apresentando-se de suma importância frente ao Universo de Edificações Públicas Federais e ao panorama atual das licitações.

Quanto às licitações sustentáveis, conclui-se ainda que é grande a possibilidade de Uso do Poder de Compra do Governo Federal pois o total de compras públicas entre 2010 e 2014 foi de 318,2 bilhões de reais.

Com a identificação e localização do universo de edificações abrangidas de fato pela IN 02, o Governo Federal poderá estabelecer um plano de metas, acompanhando e gerindo a evolução por UF quanto à Etiquetagem de Eficiência Energética de suas edificações.

Por fim, é muito importante a continuidade dos trabalhos do GTO na operacionalização da IN 02 com suporte técnico aos gestores públicos federais.

A presente pesquisa está sendo desenvolvida e o próximo passo será a aplicação de Questionário a gestores públicos federais responsáveis pelas

diversas fases do processo licitatório com o objetivo de avaliar o nível de aplicação da IN 02 e os desafios do Governo Federal para que suas edificações se tornem cada vez mais eficientes e sustentáveis além da realização de estudo (s) de caso.

REFERÊNCIAS

CBCS-CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas:** Subsídios para a Promoção da Construção Civil Sustentável**.** Brasília: 2014**.** CBCS/MMA/PNUMA. Disponível em: http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/MMA-Pnuma/Aspectos%20da%20Construcao%20Sustentavel%20no%20Brasil%20e%20Promocao%20de%20Politicas%20Publicas.pdf
Acesso em: 10 fev. 2016.

BRASIL. Lei no 10.295, de 17 de outubro de 2001. Dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17out. 2001.
Disponível em:<://http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10295.htm>.
Acesso em: 12 abr.2016.

Eficiência Energética – Portal de Compras do Governo Federal. Disponível em: http://www.comprasgovernamentais.gov.br/paginas/eficiencia-energetica.
Acesso em: 04abr. 2016.

Eficiência Energética: recomendações de ações de CT&I em segmentos da indústria selecionados - Edificações Eficientes. – Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2013.134 p.
Disponível em: http://www.cgee.org.br/publicacoes/documentos_tecnicos.php
Acesso em: 11abr. 2016.

_____. Empresa de pesquisa energética – EPE. **Balanço Energético Nacional 2014**– Ano base 2013: Relatório Síntese. Rio de Janeiro, 2014.

_____. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO. **Portaria no 372, de 17 de setembro de 2010.** Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Comerciais, de Serviços e Públicas (RTQ-C). Disponívelem:<http://www.pbeedifica.com.br/etiquetagem/comercial/regulamentos>. Acesso em: 10 abr.2016.

_____. Ministério do desenvolvimento, indústria e comércio exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – INMETRO**. Tabelas de consumo/eficiência energética**. Produtos aprovados no Programa Brasileiro de Etiquetagem (PBE), autorizados a ostentar a Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE. Disponível em:< http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp >. Acesso em: 27 jun.2016.

_____. Ministério de Minas e Energia. Centrais Elétricas Brasileiras S.A – ELETROBRÁS-**Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica (Procel). Etiquetagem em Edificações**.

Disponível em:<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={89E211C6-61C2-499A-A791-DACD33A348F3}>.Acesso em: 27 jun.2016.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa nº 02, de 04 de junho de 2014**. Dispõe sobre regras para a aquisição ou locação de máquinas e aparelhos consumidores de energia pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional, e uso da Etiqueta Nacional de Conservação de Energia (ENCE) nos projetos e respectivas edificações públicas federais novas ou que recebam retrofit. Disponível em: http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?data=05/06/2014&jornal=1&pagina=102&totalArquivos=164>.
Acesso em: 10abr. 2016.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria de Logística e Tecnologia da Informação. **Instrução Normativa no 01, de 19 de janeiro de 2010**. Dispõe sobre os critérios de sustentabilidade ambiental na aquisição de bens, contratação de serviços ou obras pela Administração Pública Federal direta, autárquica e fundacional e dá outras providências. Disponível em:http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/legislacaoDetalhe.asp?ctdCod=295>
Acesso em: 10 abr. 2016.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União.DW do **Sistema de Gerenciamento do Patrimônio Imobiliário de uso especial da União – SPIUnet.** Acesso em: 12 jan. 2016.

_____. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Secretaria do Patrimônio da União. DW do **Portal de Compras do Governo Federal – Comprasnet.**
Acesso em: 12 jan. 2016.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Decreto n°4.059 de 19 de dezembro de 2001**. Regulamenta a lei n° 10.295, de 17 de outubro de 2001, que dispõe sobre a Política Nacional de Conservação e Uso Racional de Energia, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2001. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2001/D4059.htm.
Acesso em: 16 abr. 2016.

_____. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia de assuntos jurídicos. **Decreto n°7.746 de05 de junho de 2012**. Regulamenta o art. 3o da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, para estabelecer critérios, práticas e diretrizes para a promoção do desenvolvimento nacional sustentável nas contratações realizadas pela administração pública federal, e institui a Comissão Interministerial de Sustentabilidade na Administração Pública – CISAP.**Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 2012. Disponível em:http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/decreto/d7746.htm.
Acesso em: 11 abr. 2016.

The 2014 International Energy Efficiency Scorecard. Rachel Young, Sara Hayes, Meegan Kelly, Shruti Vaidyanathan, Sammer Kwatra, tacehl Cluett, Garret Herndon. – Report Number E1402, – Washington, DC 20045, Estados Unidos: Amercian Council for an Energy-Efficient Economy-ACEEE, 2014.104 p. Disponível em: http://www.aceee.org/portal/national-policy/international-scorecard. Acesso em: 27 jun. 2016.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

RETROFIT VISANDO A SUSTENTABILIDADE: PROPOSTA DE ADEQUAÇÃO DE UMA ESCOLA ESTADUAL DE ENSINO MÉDIO[1]

HOLZ, Renata Neves (1); SAUER, Aline Silva (2); COUTINHO, Sandra Moscon (3); REMBISKI, Fabrícia Delfino (4)

(1) Faculdade Brasileira, e-mail: renata_holz@hotmail.com; (2) Faculdade Brasileira, e-mail: alinesisa@hotmail.com; (3) Faculdade Brasileira, e-mail: sandramoscon@gmail.com; (4) Faculdade Brasileira, e-mail: prof.fabriciadr@gmail.com

RESUMO

A escola tem potencial para propagar conceitos ligados à sustentabilidade. Assim, quando técnicas sustentáveis são aplicadas em edifícios escolares, seus benefícios ficam visíveis à sociedade. Diversas destas técnicas são utilizadas visando a economia dos recursos naturais, melhora no conforto dos usuários e redução dos custos de manutenção do edifício. No Brasil, o Ministério da Educação, incentiva e promove a sustentabilidade socioambiental nas escolas públicas, destinando recursos às ações que busquem educar com destaque na sustentabilidade. Dentre outras dimensões, estas ações incluem modificações no espaço físico, através do uso de tecnologias e materiais mais favoráveis ao meio ambiente. Realizar estas modificações para a adequação de edificações existentes ao meio urbano atual, contribuindo para a preservação do sitio arquitetônico, faz parte de um processo de recuperação denominado *retrofit*. Neste contexto, o trabalho final de curso que originou este artigo visou realizar uma proposta de *retrofit* arquitetônico com técnicas sustentáveis, em um edifício representante da arquitetura moderna capixaba, a Escola Estadual de Ensino Médio Irmã Maria Horta, localizada em Vitória – ES. Como resultado, notou-se a viabilidade da inserção de tecnologias sustentáveis em edifícios existentes, preservando o conceito arquitetônico presente na edificação e reduzindo os custos de manutenção.

Palavras-chave: Edificação escolar. *Retrofit*. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The school has the potential to spread concepts related to sustainability. So, when sustainable techniques are applied in school buildings, their benefits are visible to society. Several of these techniques are used aiming at saving natural resources, improving the comfort of users and reducing building maintenance costs. In Brazil, the Ministry of Education, encourages and promotes the socio environmental sustainability in public schools, allocating resources to actions that seek to educate with emphasis on sustainability. Among other dimensions, these actions include changes in physical spaces with the use of technologies and materials that are environmentally friendly. To carry out these modifications to adequate existing buildings to current urban environment, contributing to the preservation of the architectural site, is part of a regeneration process called retrofit. In this context, the final year project that originated this article aimed at carrying out a proposal of an architectural retrofit with sustainable techniques in a representative capixaba modern architecture building, the

[1] HOLZ, Renata Neves; SAUER, Aline Silva; COUTINHO, Sandra Moscon; REMBISKI, Fabrícia Delfino. Retrofit visando a sustentabilidade: proposta de adequação de uma escola estadual de ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

State High School Sister Maria Horta, located in Vitoria - ES. The integration of sustainable technologies in existing buildings while preserving the architectural concept present in the building and reduction of maintenance costs were some of the achieved results.

***Keywords**: School building. Retrofit. Sustainability.*

1 INTRODUÇÃO

Na construção civil, o uso de técnicas sustentáveis é crescente, principalmente em edificações comerciais. Entretanto, este conceito vem sendo inserido, mais lentamente, em edificações residenciais, escolares, hospitalares, industriais e públicas (CASADO, 2015).

Segundo Edwards (2005, p.4) "a indústria da construção civil consome cerca de 50% dos recursos mundiais, convertendo-se em uma das atividades menos sustentáveis do planeta". Assim, a arquitetura atual busca aliar a preocupação com a qualidade de vida e o conforto dos usuários com a eficiência energética, acessibilidade, melhor relação da construção com o entorno e maior respeito aos recursos naturais (GONÇALVES; DUARTE, 2006).

Essa preocupação está cada vez mais presente no espaço escolar. Algumas escolas já fazem a inclusão de conteúdos sobre sustentabilidade na grade curricular de ensino. Além disso, é muito importante tornar o espaço físico da escola mais sustentável, pois o edifício educacional é multiplicador de conhecimento, tornando-o disseminador de ideias que buscam a preservação dos recursos naturais.

O Manual Escolas Sustentáveis do Ministério da Educação, define as escolas sustentáveis como:

> [...] aquelas que mantêm relação equilibrada com o meio ambiente e compensam seus impactos com o desenvolvimento de tecnologias apropriadas, de modo a garantir qualidade de vida às presentes e futuras gerações. Esses espaços têm a intencionalidade de educar pelo exemplo e irradiar sua influência para as comunidades nas quais se situam. (BRASIL, 2013, p.2)

Este Ministério, por meio do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) – Escolas Sustentáveis, incentiva e promove a sustentabilidade socioambiental nas escolas públicas, objetivando melhorar a qualidade de ensino dessas instituições. Os recursos financeiros liberados pelo programa são destinados a ações que tenham a intenção de educar com destaque na sustentabilidade, incluindo as dimensões: espaço físico, gestão e currículo (BRASIL, 2014).

No tocante ao espaço físico é importante a utilização de técnicas mais sustentáveis e de uma arquitetura favorável ao conforto térmico e acústico. O edifício escolar deve possuir acessibilidade, utilizar de forma eficiente os recursos água e energia e destinar corretamente os resíduos gerados (BRASIL 2014).

Assim, uma maneira eficaz de alcançar as metas de adequação do espaço físico determinadas pelo PDDE – Escolas Sustentáveis é o desenvolvimento de um *retrofit*, possibilitando a renovação e atualização da arquitetura escolar

com foco na sustentabilidade.

Realizar modificações para adequação de construções existentes aos sistemas sustentáveis e ao meio urbano atual faz parte de um processo de recuperação, manutenção e readequação desses edifícios, tecnicamente denominado *retrofit*. Este processo contribui para a preservação do sítio arquitetônico e o desenvolvimento socioeconômico das cidades (CIANCIARDI; BRUNA, 2004).

Moraes e Quelhas (2012, p. 449) descrevem o *retrofit* como:

> [...] qualquer tipo de reforma, a renovação completa de uma edificação, uma intervenção em um patrimônio; ou seja, colocar o velho em forma de novo, preservando seus valores estéticos e históricos originais, além de trabalhar com o conceito de sustentabilidade, na medida em que busca preservar os elementos que caracterizam a edificação, ao invés de simplesmente descartá-los.

O aproveitamento da infraestrutura existente no entorno, com menor impacto na paisagem urbana e a preservação do patrimônio histórico, são fatores que justificam o *retrofit* em uma edificação. Aliás, esta técnica é mais econômica e eficiente do que a demolição, seguida de uma reconstrução (CROITOR; MELHADO, 2009).

O *retrofit* arquitetônico é uma forma de recuperação segura, que abrange os aspectos históricos, econômicos e ecológicos. Ao mesmo tempo, proporciona a maximização do ciclo de vida da edificação e a readequação das necessidades dos novos usuários às atuais tecnologias (MORAES; QUELHAS, 2012).

Neste contexto, o trabalho final de curso que originou este artigo visou realizar uma proposta de *retrofit* arquitetônico, com a aplicação de técnicas sustentáveis em um edifício representante da arquitetura moderna capixaba, a Escola Estadual de Ensino Médio "Irmã Maria Horta", localizada na cidade de Vitória-ES. Buscou-se proporcionar a atualização deste edifício escolar, preservando o conceito arquitetônico da edificação, minimizando seu impacto ambiental, disseminando a sustentabilidade no meio educacional e diminuindo os custos de manutenção.

Assim, o objetivo deste artigo é apresentar os resultados alcançados a partir dessa proposta de reforma e adequação de um edifício público escolar modernista, preservando seu conceito arquitetônico e utilizando técnicas sustentáveis, para melhorar o conforto e qualidade do ambiente, reduzindo os impactos ambientais gerados e incentivando a valorização da educação ambiental.

2 ANÁLISE DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto escolhido para a proposta de *retrofit* arquitetônico com técnicas sustentáveis foi a Escola Estadual "Irmã Maria Horta", localizada no bairro Praia do Canto, na cidade de Vitória-ES (Figura 1).

Esta é uma instituição de ensino público estadual importante no panorama educacional de Vitória-ES. Além disso, é uma referência no contexto da arquitetura moderna do Estado do Espírito Santo.

Figura 1 – Localização da escola em relação ao entorno



Fonte: Adaptado de Google Maps (2015, s.p.)

Esta edificação foi construída em 1950 e o arquiteto responsável pelo projeto foi Élio Vianna, um profissional de destaque no cenário da arquitetura moderna capixaba (MIRANDA, 2010). A escola possui dois pavimentos, 12 salas de aula e um pátio interno com uma quadra poliesportiva ao centro (Figuras 2 e 3).

Figura 2 – Fachada frontal da escola



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 3 – Vista do pátio interno



Fonte: Acervo Pessoal

A volumetria da escola é simples, coberta com telhas cerâmicas de duas águas em dois níveis; as cores adotadas são claras, características do estilo modernista. Na fachada frontal destaca-se a extensa varanda que dá acesso às salas de aula, com o guarda-corpo e esquadrias de madeira. Esses elementos vazados em treliça, que lembram a arquitetura árabe, foram utilizados para proporcionar sombreamento e privacidade. Esse elemento também está presente no guarda-corpo da circulação do pavimento superior, sendo também encontrado em outras construções modernistas (MEDEIROS, 2010).

Ainda na fachada frontal existe um painel de azulejos (Figura 4), com desenhos modernos e a frase lema da bandeira do Estado do Espírito Santo, demarcando a entrada (MEDEIROS, 2010).

Figura 4 – Painel de azulejos na fachada da escola



Fonte: Acervo Pessoal

Esta edificação funciona há 66 anos e, apesar de não ser tombada por nenhum órgão de preservação do património, possui grande importância na história da arquitetura do Espírito Santo. Entretanto, como não são realizadas manutenções e reformas regulares, foi possível identificar diversas patologias que interferem na funcionalidade do edifício (Figuras 5 e 6).

Figura 5 – Umidade aparente nas paredes e esquadrias danificadas



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 6 – Revestimentos cerâmicos e pintura danificados



Fonte: Acervo Pessoal

Assim, nota-se a necessidade de uma reforma a fim de corrigir estas patologias e para preservar essa edificação. Aliada a essa reforma, este trabalho propõe a realização de um *retrofit* arquitetônico com técnicas sustentáveis, buscando atualizar o edifício, mas sem interferir no conceito modernista presente na arquitetura da edificação.

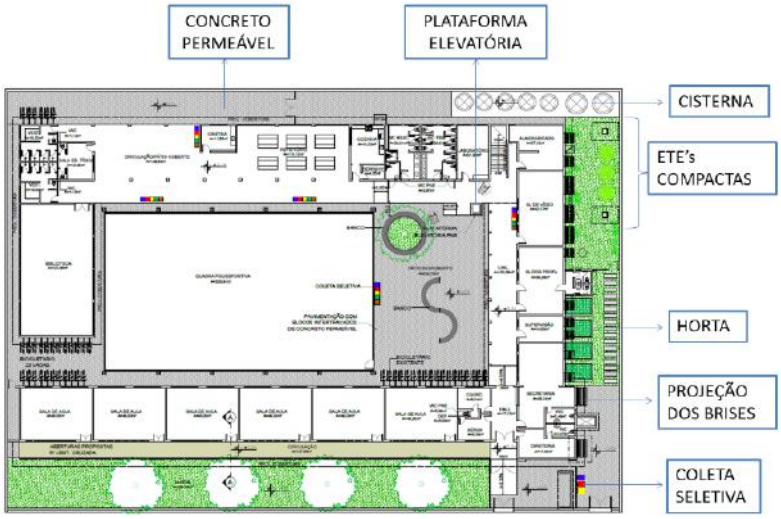
3 PROPOSTA DE *RETROFIT*

A proposta de reforma da edificação escolar em questão caracteriza-se

pela adoção de técnicas sustentáveis, com intenção de atualizar as tecnologias implantadas no edifício, a fim de minimizar o impacto ambiental gerado pelo mesmo e, concomitantemente, disseminar a sustentabilidade no meio educacional. Com isso, entende-se que haverá uma melhora da qualidade da edificação escolar e do conforto de seus usuários.

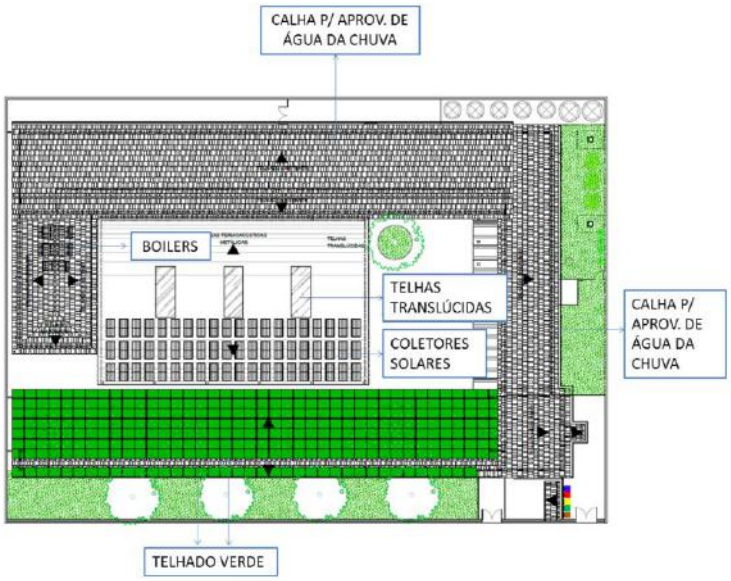
Desse modo, foram sugeridas estratégias que visam a melhoria dos aspectos sustentáveis desta edificação, favorecendo a sua eficiência energética, reduzindo o consumo de água, incentivando a reciclagem dos resíduos, entre outros benefícios. As estratégias previstas através da proposta estão representadas, de forma resumida, nas figuras 7 e 8.

Figura 7 – Planta baixa com as estratégias propostas



Fonte: Acervo Pessoal

Figura 8 – Planta de Cobertura com as estratégias propostas



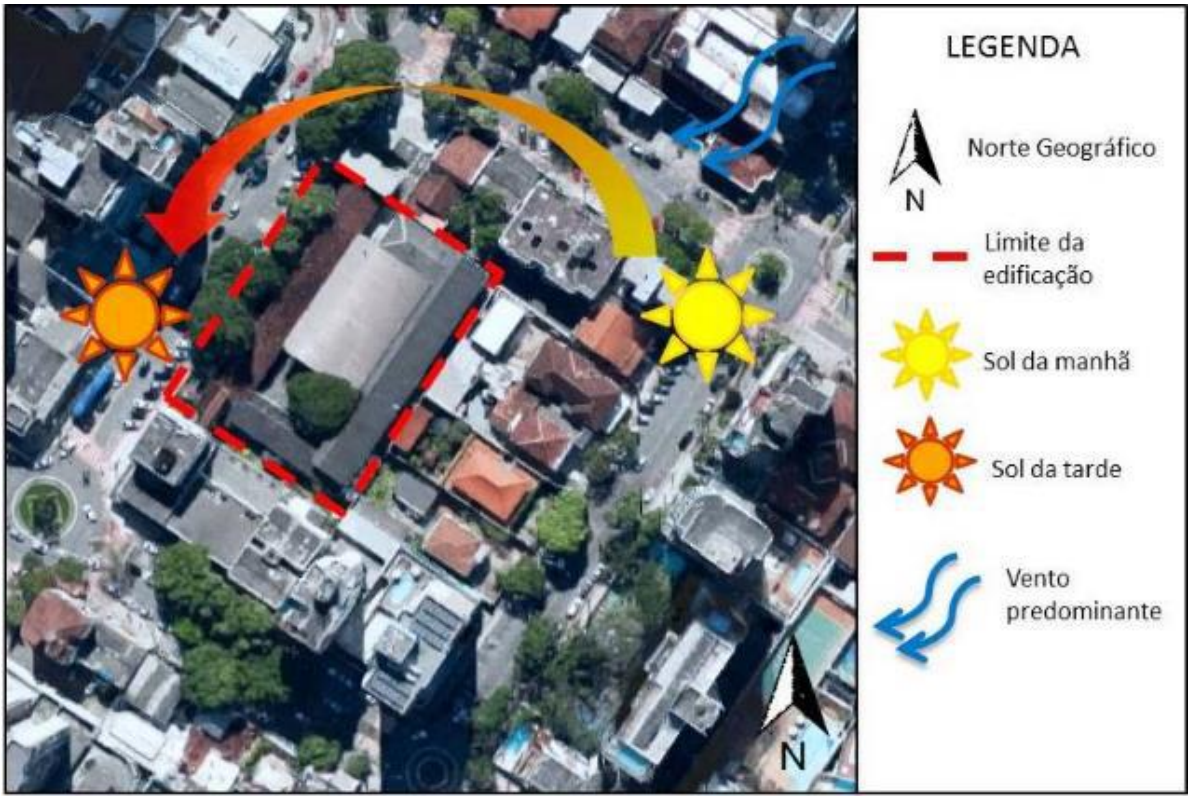
Fonte: Acervo Pessoal

Além dessas estratégias, a correção das patologias observadas deverá ser feita com o uso de materiais de baixo impacto ambiental. Entre os itens a serem corrigidos estão as esquadrias, que deverão ser restauradas, e os vidros existentes, substituídos por vidros duplos para a redução do ganho de calor, melhorando o conforto térmico e acústico dos ambientes, e a pintura que deverá ser realizada com tinta ecológica mineral, à base de terra crua, livre de substâncias poluentes e atóxica.

3.1 Estratégias bioclimáticas

A figura 9 apresenta as condicionantes climáticas que representam maior influência no desempenho da edificação.

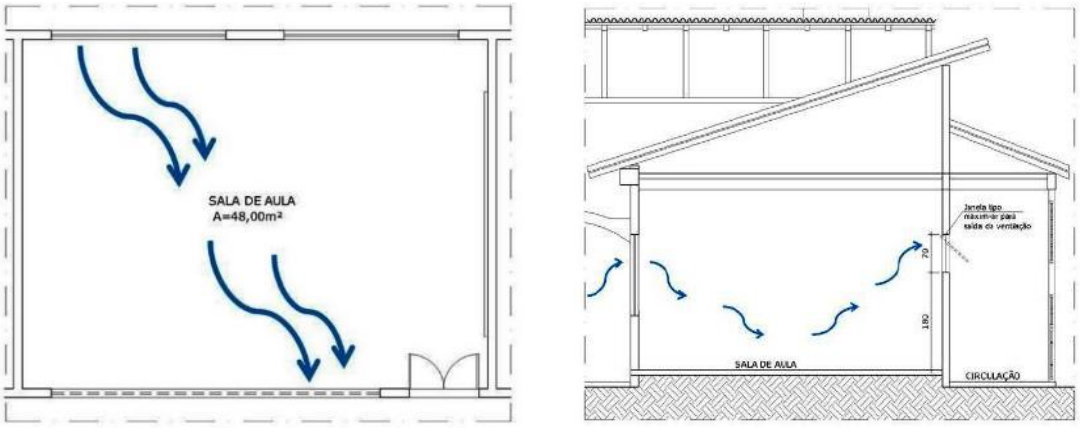
Figura 9 – Condicionantes climáticas



Fonte: Adaptado de Google Maps (2015)

Com base no estudo destas condicionantes foram propostas aberturas, do tipo janelas máximo-ar, na parte superior da parede oposta às janelas existentes nas salas de aula do térreo. Esta estratégia tem o intuito de auxiliar na renovação do ar e retirada de calor, propiciando a ventilação cruzada no interior desses ambientes (Figura 10). As salas de aula do segundo pavimento não foram modificadas, tendo em vista que nestas salas já ocorre a ventilação cruzada.

Figura 10 – Ventilação cruzada nas salas de aula do térreo.
(a) Planta baixa; (b) Corte esquemático

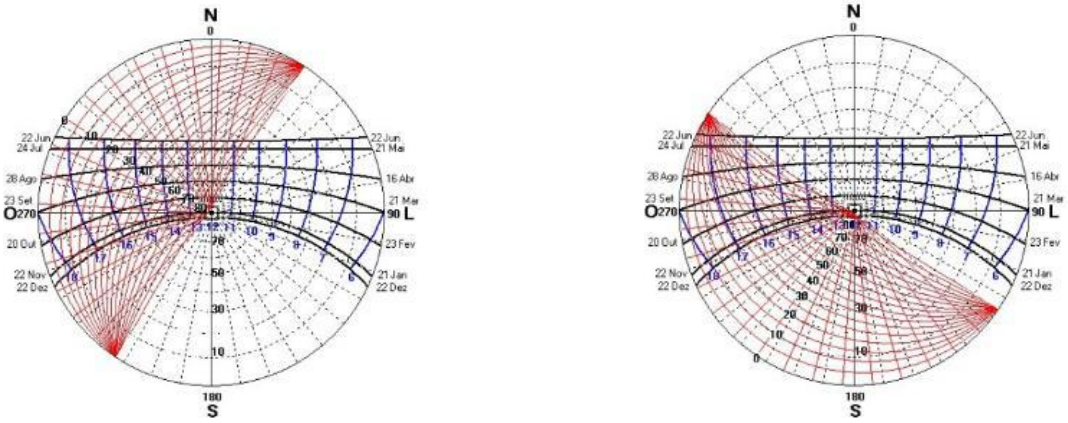


(a) (b)

Fonte: Acervo Pessoal

A partir do estudo da geometria da insolação, com o auxílio do *software* SOL-AR 6.2, observou-se que as fachadas mais prejudicadas pela radiação solar direta são a frontal (noroeste) e a lateral direita (sudoeste), que recebem a radiação no período da tarde, no decorrer do ano (Figura 11).

Figura 11 – Estudo da insolação. (a) Fachada frontal; (b)Fachada lateral



(a) (b)

Fonte: Software SOL-AR 6.2 (2015, s.p.)

Desse modo, serão acrescentadas proteções solares nas aberturas destas fachadas, visando melhorar o conforto térmico dos ambientes. Na fachada frontal já existe uma circulação avarandada e fechamentos em treliças de madeira. Entretanto, estes elementos não são suficientes para o seu sombreamento nos horários de uso da edificação. Logo, foi proposto um jardim vertical com espécies trepadeiras na parte superior, junto à treliça existente, para aumentar o sombreamento, sem interferir na característica arquitetônica modernista presente na escola, conforme mostra a figura 12.

Figura 12 – Jardim vertical como elemento sombreador na fachada frontal.
(a) Corte esquemático; (b)Perspectiva.



(a) (b)

Fonte: Acervo Pessoal

Na fachada sudoeste também foram propostas proteções solares nas aberturas dos ambientes da área administrativa. Assim, foram sugeridos *brises* horizontais metálicos, com ângulo sombreador vertical de 45°, protegendo as aberturas durante o período de maior incidência solar (Figura 13). Como esta fachada não é visualizada do entorno e já foi modificada quanto às suas características arquitetônicas, foi possível propor a inserção destes elementos.

Figura 13 – Proteção solar para aberturas voltadas para sudoeste.
(a)corte esquemático com o dimensionamento (b) Perspectiva



(a) (b)

Fonte: Acervo Pessoal

Também foi proposta a inserção de uma cobertura vegetada, sob o telhado das salas de aula do térreo, a fim de contribuir para a redução da temperatura interna destes ambientes. Tendo em vista que a cobertura contribui de forma significativa no ganho térmico da envoltória, o telhado verde reduz a transmissão do calor proveniente da incidência solar, além de auxiliar na redução das ilhas de calor (SILVA, 2011). Foi sugerido um sistema de cobertura verde leve, conhecido como o Sistema Modular Alveolar Grelhado, que é indicado para ser instalado sobre telhados já existentes (LOBO, 2012).

Ainda quanto às coberturas, com o objetivo de melhorar o conforto térmico e acústico na quadra poliesportiva, foi proposta a substituição das telhas metálicas simples que compõem o telhado da quadra, por telhas metálicas termoacústicas, de cor branca, que aumentam a reflexão dos raios solares e reduzem a condução de calor. Com o intuito de melhorar a iluminação natural neste ambiente, foram sugeridas algumas telhas translúcidas, em fibra de vidro reforçada com fios de náilon e poliéster, intercaladas com as telhas metálicas termoacústicas.

3.2 Estratégias que visam melhorar a eficiência energética

As estratégias bioclimáticas apresentadas, além de promover a melhora da qualidade do ambiente interno, proporcionando conforto térmico e lumínico através de meios passivos, contribuem para a eficiência energética. Entretanto, outras técnicas podem ser usadas para reduzir o consumo de energia de uma edificação.

A iluminação artificial possibilita a realização de atividades humanas quando não há iluminação natural, sendo necessária ao funcionamento da edificação. Porém, é necessário conhecer o comportamento dos equipamentos que compõem este sistema, a fim de gerar conforto aos usuários e redução do consumo de energia (SILVA, 2009).

Sabendo que as lâmpadas são a fonte de luz desse sistema, entende-se que essas são as principais responsáveis pelo consumo de energia. Logo, está sendo proposta a substituição das atuais lâmpadas tubulares fluorescentes T10, por lâmpadas tubulares de LED. Para confirmar a eficiência desta troca, foi realizada a verificação através do Método das Eficiências, de acordo com SILVA (2009) e a NBR 8995-1 (ABNT, 2013). As características técnicas das lâmpadas e o resultado deste cálculo é apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Características e quantitativo de lâmpadas em uma sala de aula

Tipo de lâmpada	Fluxo luminoso [lm]	Potência [W]	Eficiência luminosa [W/lm]	Vida útil [horas]	Quantidade Necessária
Fluorescente T10	2600	40	55	7500	11
LED	1900	20	95	50.000	15

*Nota: Quantitativo considerando a Iluminância média para salas de aula segundo a NBR 8995-1 (ABNT, 2013).

Fonte: Acervo pessoal

Hoje existem 16 lâmpadas fluorescentes T10, por sala de aula. A partir dos cálculos feitos, percebe-se que se as mesmas 16 lâmpadas fossem substituídas por lâmpadas tubulares de LED, sem necessidade de troca das luminárias, a iluminância promovida por este sistema manter-se-ia suficiente para garantir o conforto lumínico aos alunos. Essa troca pode gerar uma redução de até 50% no consumo de energia pelo sistema de iluminação.

Outro grande responsável pelo consumo energético de uma edificação é o sistema de ar condicionado. Atualmente, na escola, apenas as salas de aula do térreo, que não possuem ventilação cruzada, área administrativa, biblioteca e laboratório de informática, são climatizadas artificialmente. Entendendo que, em dias de clima muito quente e úmido, ou para certas funções, como aumento da vida útil dos computadores – laboratório de informática - e do acervo da biblioteca, este sistema é necessário, propõe-se a troca deste. Desse modo, os equipamentos janeleiros antigos existentes, de baixa eficiência, devem ser substituídos por ar condicionado do tipo *Split*, com a tecnologia *Inverter*, promovendo assim uma redução no consumo energético de até 40%, relativo a este sistema.

Além dessas estratégias, está sendo proposto um sistema solar de aquecimento de água, pois o chuveiro elétrico é um dos sistemas menos eficientes de uma edificação. A escola possui dois vestiários, totalizando oito chuveiros; assim, os cálculos foram realizados para suprir esta demanda (LOBO, 2012). Sabe-se que os coletores solares obtêm sua maior eficiência quando voltados para o norte. Contudo, por se tratar de um *retrofit*, em que o edifício não possui uma cobertura voltada para esta orientação, estes elementos serão instalados sobre a cobertura da quadra, que possui uma inclinação de 30°, em relação ao norte.

3.3 Estratégias para redução do consumo de água potável

Grande parte da superfície do planeta é composta por água, porém somente 3% são de água doce, dos quais apenas 20% estão disponíveis para as atividades humanas. Este volume vem diminuindo e se tornando cada vez mais escasso; resultado do consumo exagerado, mau uso e aumento da população (SILVEIRA, 2008).

Entretanto, existem formas de mudar esse cenário. O uso de equipamentos economizadores de água e a reutilização da água da chuva, cinzas ou negras, após os tratamentos adequados, para fins não potáveis, são estratégias de preservação dos recursos hídricos (LOBO, 2012).

Neste trabalho foi proposta a troca dos equipamentos existentes na escola: torneiras convencionais e bacias sanitárias com válvula de descarga de apenas um fluxo, por equipamentos economizadores de água, torneiras com temporizadores e aeradores embutidos e bacias sanitárias de caixa acoplada com duplo acionamento. Este tipo de tecnologias reduz drasticamente o consumo de água, trazendo benefícios para a escola e para o meio ambiente.

Além disso, foi previsto um sistema de captação e tratamento da água da chuva, feito por coletores pluviais instalados na cobertura e reservatórios instalados na lateral do edifício, para utilização na limpeza das áreas externas.

Do mesmo modo, a água cinza proveniente do uso dos lavatórios será utilizada para alimentação das bacias sanitárias, por meio da instalação de um sistema conhecido como *Eco-kit* (VENÂNCIO, 2015). Também está sendo proposto o tratamento de águas negras, através das Estações de Tratamento de Efluentes Compactas, tipo Zona de Raízes, para utilização destas na rega dos jardins e horta.

Todas as soluções propostas são viáveis de se aplicar em um *retrofit*, sendo possível preservar a estrutura existente da edificação.

3.4 Outras estratégias que visam a sustentabilidade

Uma arquitetura considerada sustentável deve incluir a todos. Por isto, a garantia de acessibilidade é fundamental. A escola em estudo conta com banheiros para Portadores de Necessidades Especiais (PNE) e rampas de acesso, na entrada da escola e em uma sala de aula, que não atendem à norma brasileira de acessibilidade. Entretanto, a escola atende a alunos com necessidades especiais e as aulas são ministradas pelo professor da turma, em conjunto com professores especializados, auxiliando na inserção social.

Assim, está sendo proposto o nivelamento das salas de aula e demais ambientes do térreo com a circulação, a reforma da rampa existente na entrada da escola, para adequar a inclinação e a inserção de uma rampa de acesso ao pátio externo. Além disso, também propõe-se a inclusão de uma plataforma elevatória, para acesso ao pavimento superior.

Entendendo a importância de aumentar a área permeável da escola, a fim de melhorar a absorção da água da chuva pelo solo e reduzir a demanda para o sistema de coleta urbano, foi proposta a troca da pavimentação do pátio externo, atualmente de concreto convencional, por blocos intertravados de concreto poroso permeável.

Buscando promover a educação ambiental e incentivar o hábito de alimentação saudável aos alunos, foi proposta a implantação de uma horta educativa. Além disso, visando a incentivo ao transporte alternativo, foi proposto o acréscimo de 29 vagas no bicicletário existente, que já não atende à demanda atual.

Está sendo proposta, também, a implantação da coleta seletiva, por meio de colocação de novas lixeiras, com símbolos e cores que diferenciam a coleta dos distintos resíduos. Implementar estes elementos na escola traz inúmeros benefícios para o meio ambiente e para a comunidade, pois incentiva a cultura da reciclagem, reduzindo o impacto da geração de resíduos sobre o meio ambiente.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Escolas sustentáveis são aquelas que buscam manter uma relação equilibrada com o meio ambiente e compensar seus impactos com o uso de tecnologias apropriadas, de modo a garantir qualidade de vida dos atuais e futuros usuários. Assim, promover a adoção de técnicas e tecnologias sustentáveis em edificações escolares influencia direta e indiretamente na educação dos alunos, pois eles têm a possibilidade de aprender, na prática, a importância da conservação dos recursos naturais, por meio da vivência em um espaço físico adequado.

A partir deste estudo, notou-se que a inserção de tecnologias sustentáveis em edifícios existentes, preservando o conceito arquitetônico, é viável. Além disso, esta é uma forma de proporcionar a atualização do edifício, minimizando o impacto ambiental, disseminando a sustentabilidade no meio educacional e diminuindo os custos de manutenção. No entanto, serão requeridos investimentos financeiros seja do setor público ou privado.

REFERÊNCIAS

ABNT – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8995-1** – Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior . Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério da Educação. **PROGRAMA DINHEIRO DIRETO NA ESCOLA – PDDE - Escolas Sustentáveis:** Guia de orientações operacionais, 2014.

BRASIL. Ministério da Educação. **MANUAL ESCOLAS SUSTENTÁVEIS:** Resolução CD/FNDE n° 18, de 21 de maio de 2013.

CASADO, M. **Construção Sustentável se expande e continua em alta no Brasil.** INBEC, Fortaleza, Edição única, p.05-06, Junho 2015.

CIANCIARDI, G.; BRUNA, G. C. **Procedimentos de sustentabilidade ecológicos na restauração dos edifícios citadinos.** Cadernos de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, V 4, N 1. São Paulo, 2004.

CROITOR, E. P. N.; MELHADO, S. B. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios: estudo da interface entre projeto e obra.** São Paulo: EPUSP, 2009. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP.

EDWARDS, B. **O guia básico para a sustentabilidade.** Londres: Gráficas 92, 2005.

GONÇALVES, J. C. S.; DUARTE, D. H. S. **Arquitetura sustentável: uma integração entre ambiente, projeto e tecnologia em experiências de pesquisa, prática e ensino**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6, n. 4, p.51-81, out./dez. 2006. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://maps.google.com.br/>. Acesso em: 19 mai. 2015.

LOBO, T. **Retrofit com ênfase na sustentabilidade: uma proposta para atualização de edificações**. 2012. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Faculdade Brasileira, Vitória, 2012.

MEDEIROS, B, M. **Arquitetura Escolar Capixaba: Sua Trajetória.** Vitória: SEDU, 2010.

MIRANDA, C. L. **Arquitetura Moderna Capixaba e Identidade**. In: Encontro Regional da ANPUH-ES "História Política em debate: linguagens, conceitos, ideologias", VIII, 2010, Vitória – ES.

MORAES, V. T. F.; QUELHAS, O. L. G**. A metodologia do processo do retrofit e os limites da intervenção.** In: Congresso Nacional de Excelência em Gestão, VII, 2011, Niterói.

SILVA, N. C. **Telhado Verde**: Sistema Construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental. 2011. Monografia (Curso de especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

SILVA, M. L. **Iluminação**: Simplificando o projeto. Editora Ciência Moderna, 2009.

SILVEIRA, B. Q. **Reuso da água pluvial em edificações residenciais**. 2008. Monografia (Curso de especialização em Construção Civil), Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.

SOFTWARE SOL-AR 6.2. **Software Analysis Sol-Ar 6.2**. Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br >. Acesso em: 16 ago. 2015.

VENÂNCIO, H. **ECOKIT** - Sistema de Reúso de Água Cinza para Caixa Acoplada Disponível em: <http://www.heliomarvenancio.com.br/>. Acesso em: 20 mai. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A PRAÇA COMO INSTRUMENTO DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL: UMA PROPOSTA PARA SANTA MARIA DE JETIBÁ-ES[1]

JACOB, Mônica (1); PAGEL, Érica Coelho (2)

(1) AEV, e-mail: monica1.vix@terra.com.br; (2) AEV, e-mail: erica.pagel@gmail.com

RESUMO

Os espaços públicos vêm demandando novas soluções para atrair os usuários frente à explosão de áreas de lazer que surgem no âmbito privado. Neste sentido, a educação ambiental torna-se importante instrumento de comunicação, uma vez que permite unir os conceitos de desenvolvimento sustentável, atualmente com grande amplitude de atenção pública, com artifícios dinâmicos capazes de promover a curiosidade e a ação dos indivíduos através de novas formas de ocupação no meio urbano. O objetivo desse trabalho foi exemplificar a aplicação de parâmetros de sustentabilidade, que possam ser utilizados como ferramentas interativas de educação ambiental, em espaços públicos de lazer. Metodologicamente, fez-se uma revisão bibliográfica acerca dos temas pertinentes à pesquisa, definiu-se um conjunto de diretrizes sustentáveis e desenvolveram-se estratégias projetuais em resposta a cada diretriz traçada. Para isso, utilizou-se uma área de 45.989,36 m², localizada em Santa Maria de Jetibá – ES para a composição de uma praça pública com tais prerrogativas. As propostas foram estruturadas segundo o tripé da sustentabilidade: ambiental, econômico e social, as quais foram organizadas no terreno em áreas sensoriais específicas. Dentre as aplicações práticas, tem-se a exploração de equipamentos que podem ser manuseados e que agucem a curiosidade do usuário, a valorização da cultura regional, a promoção da geração de renda local, dentre outras. Este artigo pretende contribuir no fortalecimento da aplicação dos conceitos de sustentabilidade no meio urbano com soluções passíveis de serem utilizadas de forma inovadora e convidativa.

Palavras-chave: Praça pública. Educação ambiental. Projeto.

ABSTRACT

Public spaces are demanding new solutions to attract users due to the burst of recreational *areas that arise in the private sector. In this sense, environmental education can be an important communication tool, as it allows you to link the concepts of sustainable development, currently with a significant public attention, with dynamic artifices that promote curiosity and actions from individuals through new forms of occupation on urban environments. The objective of this study was to exemplify the application of sustainability parameters, which can be used as interactive tools for environmental education in leisure public spaces. Methodologically, a literature review was made about pertinent topics to the research, and also the definition of a set of sustainable guidelines and the development of project strategies for each defined guideline. For this, an area of 45.989,36 m², located in Santa Maria de Jetibá – ES, was used for the composition of a public square with these prerogatives. The proposals were structured according to the sustainability tripod: environmental, economic and social, which were organized on the terrain in specific sensorial areas. Among the practical applications, there is the exploration of equipments that*

[1] JACOB, M.; PAGEL, E.C. A praça como instrumento de educação ambiental: uma proposta para Santa Maria de Jetibá - ES. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

can be manipulated and sharpen the user curiosity, the regional culture appreciation, the local income generation, and others. This article intends to contribute on the strengthening the application of sustainability concepts in the urban environment with solutions that can be used in an innovative and inviting way.

Keywords: *Public square. Environmental education. Architecture Design.*

1 INTRODUÇÃO

A nova realidade urbana enaltece o isolamento espacial das áreas de lazer fazendo com que as praças públicas sejam concorrentes de diversos locais dentro do âmbito privado. Desta forma, frente às novas solicitações exigidas, faz-se necessária a criação de espaços públicos mais atrativos, dinâmicos e com ingredientes contemporâneos na intenção de atrair o público. Vale destacar ainda, que uma praça favorece o trato interdisciplinar do conhecimento, capaz de tornar a experiência mais duradoura e abrangente (BICUDA, CONEGLIAN, DINIZ, 2004).

Para Bezerra, Lacerda Junior e Téran (2013) a praça é o local do encontro de pessoas de todas as gerações que compartilham este espaço com as mais variadas intenções. Porém, em muitos casos, as pessoas se retiram do espaço público em face à insegurança e ao abandono que determinadas praças apresentam. Além disso, estes espaços são concomitantes das extensas áreas de lazer dos condomínios residenciais fechados, os *shoppings centers* com suas praças internas, e ainda, com tecnologias como a *internet* e os jogos computacionais (LIMA, 2008).

Em vários países, a busca pela qualidade de vida nos centros urbanos tem resgatado a imagem dos espaços públicos e coletivos, de forma a aplicar intervenções em praças com muita frequência. No Brasil também é possível perceber estímulos ao uso das praças. Investimentos em revitalizações, requalificações e reformas em várias delas, dão novas conotações para estes lugares, buscando o sentimento de pertencimento (CALDEIRA, 2007).

Sendo a sustentabilidade um dos instrumentos mais discutidos na atualidade, é fundamental resgatar valores ambientais para o convívio harmônico entre as partes envolvidas. Quer seja pela importância que exerce sobre o fato de que nenhum ser humano é capaz de viver sem os sistemas naturais, quer seja pelas rotineiras catástrofes ambientais que se apresentam ao planeta em consequência das ações indevidas do homem. De acordo com Jacobi (2003), estas dimensões explicitam a necessidade de tornar compatível a melhoria nos níveis de qualidade de vida com a preservação ambiental.

Neste plano, a educação ambiental é uma ferramenta da sustentabilidade eficaz por fazer o cidadão compreender suas relações com o meio ambiente, por meio do desenvolvimento de técnicas e métodos em um processo dinâmico, permanente e participativo. Esse elemento possui ainda, a prerrogativa de promover as mudanças de comportamentos da sociedade com reflexões críticas e atitudes conscientes com relação ao meio ambiente (MARCATTO, 2002).

Para alcançar esta finalidade é necessário aumentar os meios capazes de distribuir as informações de conteúdos educativos, intensificando os diversos sistemas de conhecimento, numa cooperação mútua entre população e o Poder Público(JACOBI, 2003).

Neste contexto, a praça se faz um instrumento de grande importância na disseminação do conhecimento, das relações interpessoais e da promoção do aprendizado e reflexão acerca do meio ambiente. Comprovando isso, Bicudo, Coneglian, Diniz (2004) afirmam que, as praças públicas mostram-se como locais propícios para aplicação de metodologias de educação ambiental, pois nelas pode-se abordar o tema de forma interdisciplinar.

É comum a existência de praças abordando a questão da educação ambiental em seus espaços. Entretanto, a maior parte utiliza de meios passivos para sua promoção. Outras se restringem, apenas, a serem locais com oficinas pedagógicas voltadas à educação ambiental (GUIMARÃES, 2012). A Praça Victor Civita, no bairro de Pinheiros em São Paulo, (SILVA, 2012) pode ser citada como exemplo de pequenas participações interativas do usuário através de atividades de lazer, recreativas e físicas.

Sendo assim, como forma de explorar o potencial dos espaços públicos, muitas praças têm se apropriado de elementos que, além de fornecerem identidade ao local, são fortes incentivadores e promotores do uso mais constante do espaço por parte da população. A interação tem se tornado um recurso aplicado em praças em diferentes contextos e atividades. No desenho projetual, essa interatividade aparece em mobiliários, equipamentos, placas de sinalização e outros com características mutáveis e flexíveis onde o usuário interfere e transforma o lugar de acordo com seu interesse (GATTI, 2013).

A metodologia desse trabalho englobou três ações: revisão bibliográfica acerca dos temas pertinentes à pesquisa, definição de um conjunto de diretrizes sustentáveis e o desenvolvimento de estratégias, em resposta a cada diretriz traçada, aplicadas no projeto de uma praça publica para o município de Santa Maria de Jetibá – ES.

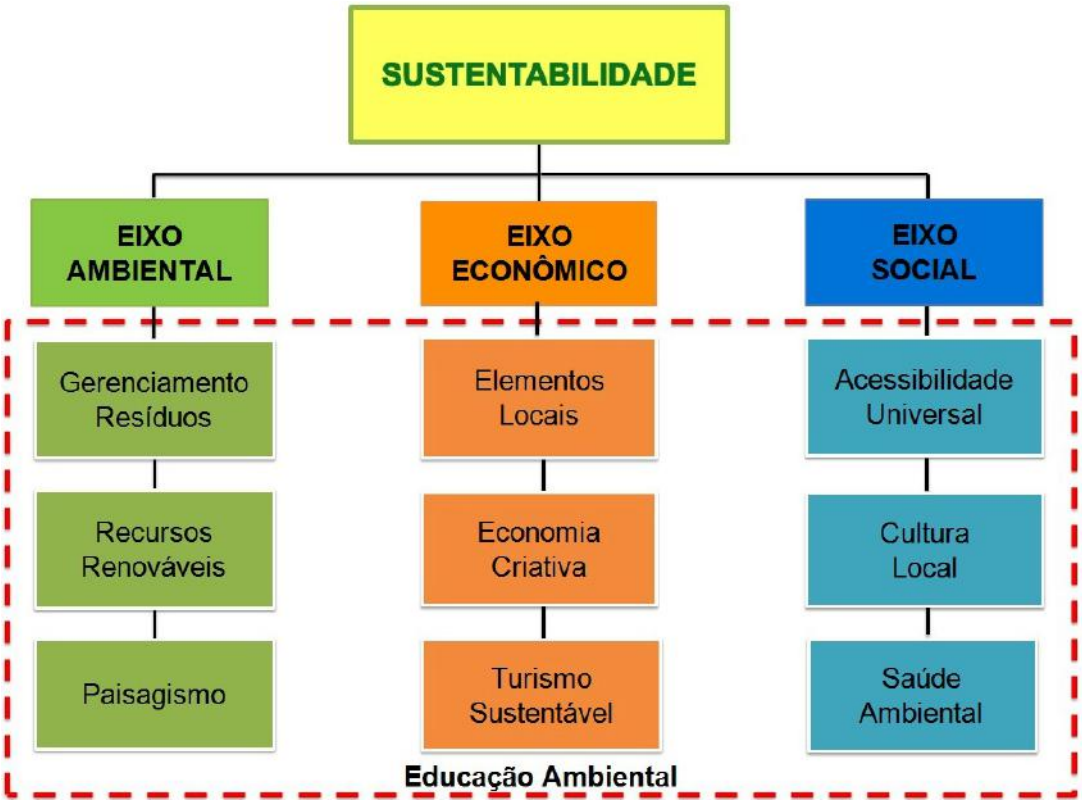
O objetivo deste trabalho foi ilustrar o uso de parâmetros de sustentabilidade passíveis de serem utilizados como ferramentas interativas de educação ambiental em espaços públicos de lazer, através da proposição projetual de uma praça pública no município de Santa Maria de Jetibá – ES. É importante ressaltar que as ferramentas descritas nesta proposta almejam não só exemplicar a aplicação de tais parâmetros no local, mas sobretudo, mostrar a sua viabilidade e importância, incentivando e motivando o seu uso de forma adaptada a outros espaços urbanos. O artigo pretende ainda, de forma prática, contribuir na discussão sobre os meios de promoção da ação consciente, assertiva e colaborativa da população, face aos conceitos de preservação do meio ambiente e valorização cultural.

2 DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS

Embora existam outras definições, esta pesquisa estabeleceu como ponto de recorte, os parâmetros abordados pelo tripé do desenvolvimento sustentável: ambiental, econômico e social (NASCIMENTO, 2012).

A partir disso, foram eleitos um conjunto de critérios passíveis de serem utilizados em projetos para espaços públicos de lazer que visem à educação ambiental. A Figura 1 organiza estes critérios dentro dos eixos temáticos que representam as três grandes esferas de discussão.

Figura 1 – Critérios projetuais passíveis de serem propostos dentro dos eixos sustentáveis



Fonte: Adaptado de Nascimento, 2012

2.1.1 Eixo ambiental

Para a dimensão ambiental, foram escolhidos, para a discussão, aportes sustentáveis que visem resguardar os ecossistemas garantindo a qualidade do meio natural às futuras gerações.

Assim, ações que preservem os recursos naturais como a incorporação de tecnologias limpas, limitações das fontes não renováveis, regras de uso ambiental e gerenciamento dos resíduos com consequente diminuição do consumo material, são critérios interessantes a serem aplicados em espaços públicos (Quadro 1).

Quadro 1- Eixo sustentável ambiental

Eixo	**Critério**	**Ação ambiental**	**Finalidade**
Ambiental	Gerenciamento de resíduos	1. Descarte e manejo adequado dos resíduos; 2. Coleta seletiva; 3. Reuso e reciclagem do lixo;	1. Preservação do meio ambiente; 2. Inserção da comunidade aos planos ambientais locais; 3. Autossuficiência ambiental; 4. Uso racional da energia; 5. Redução da poluição e diminuição do impacto ambiental.
	Recursos renováveis e não renováveis	1. Incentivo ao emprego de energia solar, eólica, biomassa, geotérmica e hídrica. 2. Utilização zero ou mínima de energia não renovável tais como, combustíveis fósseis.	
	Paisagismo	1. Qualidade ambiental e visual; 2. Função psicológica, social e econômica.	

Fonte: Os autores

2.1.2 Eixo econômico

O desenvolvimento econômico deve abranger uma distribuição de renda mais igualitária, desenvolver as potencialidades locais e favorecer a diversificação de setores (Quadro 2). A atividade econômica deriva da ação do homem que tem suas necessidades e desejos supridos por suas atividades, para os quais se apropria do fornecimento contínuo de recursos naturais.

Quadro 2 - Eixo sustentável econômico

Eixo	**Critério**	**Ação ambiental**	**Finalidade**
Econômico	Elemento Local	1. Promoção do capital social; 2. Colaboração entre indivíduos, grupos e instituições.	1. Empoderamento dos indivíduos; 2. Valorização e promoção da economia local; 3. Geração de renda; 4. Inserção da comunidade aos planos econômicos locais; 5. Autossuficiência econômica; 6. Preservação e valorização do patrimônio artístico, cultural, histórico e paisagístico local.
	Economia criativa	1. Atuação de talentos diversos; 2. Ideias em materiais tangíveis e intangíveis	
	Turismo sustentável	1. Cultura e diversidade local; 2. Paisagens naturais e arquitetônicas locais	

Fonte: Os autores

2.1.3 Eixo social

A dimensão social dispõe sobre a dignidade do cidadão, prezado pela igualdade de riquezas e oportunidades, garantindo acesso aos recursos ambientais e econômicos de forma responsável (Quadro 3). Este eixo relaciona trabalhadores, parceiros e sociedade de maneira a unificar as camadas sociais na busca pela equidade social levando-se em conta a diversidade em todas as suas modalidades.

Quadro 3 - Eixo sustentável social

Eixo	**Critério**	**Ação ambiental**	**Finalidade**
Social	Acessibilidade universal	1. Incentivo à autonomia 2. Estímulo aos cinco sentidos;	1. Desenvolvimento sustentável; 2. Equidade social; 3. Inclusão social; 4. Autonomia para todos os indivíduos; 5. Valorização da cultura; 6. Saúde física e mental
	Cultura local	1. Divulgação da cultura local; 2. Preservação do patrimônio cultural local.	
	Saúde ambiental	1. Promoção dos espaços abertos e os benefícios a saude;	

Fonte: Os autores

3 APLICAÇÃO DAS DIRETRIZES: A PROPOSTA DA PRAÇA

Buscando ilustrar a aplicação das diretrizes envolvidas nesta pesquisa, elegeu-se o sítio, para a efetivação da proposta projetual de uma Praça Pública, em uma área de de 45.989,36 m², localizada no centro em Santa Maria de Jetibá – ES, cidade interiorana do estado, distante 80 km da capital Vitória. O terreno atualmente se encontra degradado e não abriga nenhum uso, apesar de ser um espaço de conexão entre quatro bairros que formam o centro urbano, justificando a apropriação para o uso comum. A cidade é notadamente carente de espaços de lazer, mesmo diante do crescimento demográfico dos últimos anos, e esta é uma das poucas áreas disponíveis para a construção de uma praça.

De forma geral, este projeto respondeu aos três grandes eixos temáticos da sustentabilidade também já citados: ambiental, econômico e social sendo a efetiva experimentação da aprendizagem de todos os parâmetros proposta pelo conjunto interativo localizado ao centro da praça (Figura 2).

Sobretudo, o paisagismo buscou-se qualificar o ambiente com a adoção de vegetação nativa da mata atlântica e frutíferas que compõe o cenário do município, tais como, manacá, flamboyant, quaresmeira, ipê roxo e amarelo, jequitibá, palmito, ingá, araçá, jabuticabeira, goiabeira, guabiroba, pitangueira, entre outras. Assim, o estudo destas espécies foi relevante para selecionar aquelas com características mais apropriadas para o plantio em espaços públicos, buscando revitalizar a área com espécies que colaborem para a preservação da fauna e flora local e neste sentido, contribuir para a conscientização da população.

Figura 1- (a) Implantação da praça; (b) Setor recreação infantil; (c) Setor de alimentação e artesanato local em *containers;* (d) Setor de esportes



(a)


(b)


(c)


(d)

Fonte: Os autores

O terreno é cortado pelo afluente do rio Santa Maria da Vitória, importante contribuidor para o abastecimento de água da Região Metropolitana de Vitória-ES (IEMA, 2015). Com real necessidade de revitalização do seu leito, bastante degradado, os critérios do eixo ambiental prevêem ações para mitigar possíveis danos a este elemento. Assim, a integração entre o rio e a urbanização da praça buscou o sentido de pertencimento, conectando usuários ao rio, por meio de ingredientes como a previsão de plantio de espécies da mata ciliar regional, que funcionam como um filtro para melhorar a qualidade e a quantidade da água, bem como suas condições físicas e funcionais, além da instalação de um deck em madeira certificada, que abraça parte da margem convidando o usuário a manter contato direto com a água. Neste sentido, a intenção é para que o rio se faça notar como um espelho às ações dos indivíduos expandindo conhecimentos e informações a cerca da importância da preservação e resguardo do curso d'água.

A busca pela maximização da utilização de recursos renováveis e economia de energia e iluminação mais eficiente recaiu sobre o sistema *Led* obedecendo aos critérios como funcionalidade, manutenção, durabilidade, preço e economia de energia. Também a luz solar, em equipamentos que se utilizam dela para seu funcionamento, foram eleitas não só pela economia de energia, mas pela possibilidade de promover, através de seu funcionamento, a necessária aprendizagem de recursos mais sustentáveis.

Em relação ao gerenciamento de resíduos, com o propósito de incentivar o usuário o hábito pelo descarte e manejo adequados, foi adotado um conjunto de lixeiras para coleta seletiva distribuídos em pontos estratégicos da praça.

Assim, no desenvolvimento do projeto, materiais sustentáveis permearam todas as áreas cumprindo também a expectativa da aprendizagem ambiental. Desta forma, os bancos articulados e o *deck* que abraça um trecho do rio, foram confeccionados em madeira certificada proveniente de manejo sustentável bem como os pisos fizeram uso de materiais ecológicos como o pneu reciclado drenante na ciclovia e na área de recreação infantil, pisos drenantes nos estacionamentos e pisos de concreto, garatindo acessibilidade, mesclados com outros materias como tijolo ecológico e casqueiro de granito, este geralmente descartado pelas beneficiadoras do material, em ambientes de estar.

No desenvolvimento dos modelos do eixo econômico, em resposta a promoção ao elemento local e economia criativa, foram previstas áreas específicas de incentivo ao comércio alimentício, por vezes típico, e artesanatos locais, garantindo geração de emprego e renda, alojados em pequenas lojas dentro de *containers*, estrategicamente locados próximos a área de esportes, assim como o sistema de *food truks,* para lanches e comidas rápidas, no setor de eventos. Estes sistemas cooperam ainda, para tornar o ambiente mais seguro e agradável ao convívio social por possibilitarem uso do espaço em turnos diferentes.

Para viabilizar a implantação da praça em área de preservação permanente, devido a presença do rio São Luís, foi necessário a adoção de sistemas construtivos sem instalações definitivas. A solução veio por meio de *containers* e equipamentos móveis e itinerantes. Assim, as áreas apropriadas próximas à margem do rio puderam ser ocupadas sem afetar a questão ambiental.

A cidade de clima ameno, girando em torno dos 22º, é colonizada por uma população de maioria de descendência pomerana. Vale ressaltar que esta população preserva os costumes e tradições dos seus antepassados, mantendo a língua pomerana, o casamento, a música, a dança entre outros hábitos no seu dia a dia (ESPÍRITO SANTO, 2015). Diante do exposto, torna-se relevante a valorização e a preservação da identidade cultural desta população na qual foi representada pela proposta da loja de artesanato local no setor de *containers* e no setor de educação ambiental.

Em atendimento aos critérios do eixo social, a praça promoveu bem estar, saúde física e mental, mediante a inclusão de ciclovias, áreas pedonais e esportivas e de recreação infantil, bem como a esplanada de eventos multiuso. Ambientes de estar e contemplação generosos e sombreados por pergolados e arborização, disponibilizaram bancos articulados que se movimentam de acordo com o interesse do usuário, de modo que o vínculo afetivo com o lugar estimule o convívio social entre cidadãos.

No coração da praça, foi reservado o setor da educação ambiental, responsável pela síntese e efetiva experimentação da aprendizagem de todos os parâmetros. Assim, neste espaço, foi organizado um setor composto por três conjuntos que respondem aos eixos sustentáveis descritos neste trabalho, cada qual, subdividido em círculos responsáveis por trabalhar as diretrizes apontadas.

Deste modo, no desenvolvimento do ensaio projetual, para cada eixo sustentável, respondendo a um parâmetro específico, foram propostos elementos interativos com intuito de promover a aprendizagem enquanto são manipulados, realçando e intensificando condutas relacionadas as questões abordadas.

Como forma de atrair os usuários e incentivá-los ao uso, foram considerados os modelos de equipamentos, brinquedos e mobiliários de conhecimento popular ou consolidados no mercado por serem de fácil compreensão e manuseio. Esses elementos, do conjunto de educação ambiental, foram dispostos atendendo às temáticas abordadas do eixo ambiental (Quadro 4), econômico (Quadro 5) e social (Quadro 6).

Quadro 4 - Conjunto educação ambiental

EIXO AMBIENTAL			
Parâmetro	**Equipamento**	**Temática do equipamento**	**Ilustração da aplicação**
Gerenciamento de resíduos	Jogo da velha	1. Coleta seletiva de lixo; 2. reciclagem	
	Roleta com tapete	1. Procedimentos corretos com relação aos resíduos	
Recursos renováveis	Bicicletas apoiadas em suporte fixo	1. Transformação da energia mecânica em energia elétrica	
	Jogo da memória	1. Reuso de água, Energia solar, eólica, biomassa, biodigestor	
Paisagismo	Pergolado, viveiro, canteiro e estufa	1. Permacultura 2. Agricultura orgânica 3. Agroecologia	

Fonte: os autores

Quadro 5 - Conjunto educação ambiental (continua)

EIXO ECONÔMICO			
Parâmetro	**Equipamento**	**Temática do equipamento**	**Ilustração da aplicação**
Elemento local	Cabo de guerra	1. Soma de forças 2. Cooperativismo	
	Gangorra de equilibrio	1. Cooperação 2. Equilíbrio	
Economia criativa	Bancadas com divisória translúcida	1. Artesanato 2. Reciclagem e reuso de materiais	

Fonte: os autores

Quadro 5 - Conjunto educação ambiental (conclusão)

Turismo sustentável	Totens informativos com dispositivo de acionamento	1. Patrimônio paisagístico e arquitetônico 2. Arte, cultura e história pomerana	

Fonte: Os autores

Quadro 6 - Conjunto educação ambiental

EIXO SOCIAL			
Parâmetro	**Equipamento**	**Temática do equipamento**	**Ilustração da aplicação**
Acessibilidade universal – observando os parâmetros da NBR 9050/2015	Jardim sensorial com plantas diversas	1. cheiro, paladar, tato, e visão.	
	cascata	1. audição	
Cultura local	Quebra-cabeças gigantes em paineis móveis e componíveis	1. Casamento pomerano, grupos de dança, comidas típicas e outros	
Saúde ambiental	Equipamentos de ginástica	1. Saúde física e mental	

Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Em análise aos resultados, foi constatada a viabilidade de tornar espaços públicos de lazer em instrumentos de educação ambiental, onde a praça projetada foi capaz de inserir diversas modalidades de equipamentos com a materialização das temáticas ambiental, econômica e social por meio de brinquedos e mobiliários, possíveis no âmbito da praça, que reforçam a aprendizagem proposta.

Percebe-se que, nas decisões tomadas, através dos exemplos apresentados, as diretrizes sustentáveis e as estratégias projetuais propostas neste trabalho

são passíveis de aplicação em outros espaços públicos de lazer, culminando com a promoção da educação ambiental de forma efetiva, tendo sido atendidas nos diversos setores que compuseram o modelo proposto.

Este artigo buscou ser um incentivador para que outros projetos visem a educação ambiental em espaços públicos, apropriando-se de ferramentas mais sustentáveis, uma vez que o meio urbano permite um grande alcance ao público. Desta forma, propõe-se que o emprego das diretrizes traçadas neste artigo, tenham caráter interativo por meio da exploração de equipamentos que podem ser manuseados e que agucem a curiosidade do usuário. O resultado propõe a promoção a aprendizagem a cerca dos temas envolvidos, moldando soluções em consonância a realidade de cada local.

Todavia, este trabalho não esgota a discussão da temática da educação ambiental em praças públicas. Outros eixos sustentáveis, novas possibilidades de parâmetros suscetíveis para a criação de outros equipamentos interativos, além da adequação ao local de implantação, são fundamentais na integração do equipamento urbano com o usuário e na promoção da preservação do meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BICUDO, R.L. H.; CONEGLIAN, I. R. M.; DINIZ, R. E. DA S. Educação ambiental em praça pública no município de Botucatu/SP. **Revista Ciência em extensão**. V.1, n.1, p. 39- 52, 2004.

CALDEIRA, J. M. **A praça brasileira:** trajetória do espaço urbano - origem e modernidade. 2007. 434 f. Tese (Doutorado em História) – Universidade estadual de Campinas, Campinas, 2007.

ESPÍRITO SANTO. Inventário da oferta turística em Santa Maria de Jetibá /2005. Disponível em: < http://www.es-acao.org.br/midias/pdf/1222.pdf >. Acesso em 29 set. 2015.

IEMA INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS. **Elaboração de Projeto Executivo para Enquadramento dos Corpos de Água em Classes e Plano de Bacia para os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu**. IEMA, 2015. Disponível em: < http://www.jucusantamaria.com.br/arquivos/download-info/relatorio-tecnico-02-diagnostico-das-regioes-hidrograficas-dos-rios-jucu-e-smv-volume-1/>. Acesso em: 01 abr. 2015.

GATTI, S. Espaços públicos: Diagnóstico e metodologia de projeto. Coordenação do programa soluções para as cidades. **ABPC**, 91 f., 2013.

GUIMARÃES, E. M. A. A praça como prática de ações ambientais: a experiência do Jardim das rosas- Presidente Prudente/SP. In: VIII FÓRUM AMBIENTAL DA ALTA PAULISTA. **Anais...**V.8, n.6, 2012, p. 236-243.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de pesquisa**. n.118, p.189-205, 2003.

LIMA, V. M. F. de. **Desenho urbano:** uma análise de experiências brasileiras - Estudo de caso nas áreas centrais de Curitiba, do Rio de janeiro, e do recife. 2008. 302 f. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2008.

MARCATTO, C. **Educação ambiental:** conceitos e princípios. Belo Horizonte: Gráfica e editora Sigma Ltda, 2002. 64p.

NASCIMENTO, E. P. DO. Trajetória da sustentabilidade: do ambiental ao social, do social ao econômico. **Estudos Avançados**. São Paulo, v.26, n. 74, p. 51-64, 2012.

SILVA, A. A. **Espaços livres na paisagem urbana contemporânea de São Paulo**: os casos das Praças Victor Civita, Brascan Centurry Plaza e Rochaverá Corporate Towers. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O USO DO BIM PARA O RETROFIT SUSTENTÁVEL[1]

LARIVOIR, Laura C. B. P. (1)

(1) UFRJ, e-mail: lauracbpaula@poli.ufrj.br

RESUMO

A construção civil é responsável por grande parte dos impactos ambientais, os quais em sua maioria são decorrentes das fases de uso e manutenção. A reabilitação de edifícios no Brasil é uma oportunidade de solução para o grande número de edificações que possuem estruturas obsoletas e/ou equipamentos ultrapassados. Neste contexto, o BIM permite analisar várias dimensões do empreendimento, considerando simultaneamente diferentes parâmetros de sustentabilidade. Este trabalho tem como objetivo contribuir para a inserção do tema retrofit sustentável no cenário brasileiro, a fim de que haja maior conscientização da importância do tema, e possibilitar uma análise mais eco-eficiente com a utilização de sistemas BIM. Foi realizada revisão da literatura existente e relacionados os principais conceitos de construção sustentável, retrofit sustentável e green bim. Dentre as principais vantagens da utilização do BIM para o retrofit sustentável podemos citar: a criação de banco de dados do empreendimento para intervenções futuras/manutenção, a análise dos projetos ao longo da vida útil das edificações, e a modelagem consistente permitindo resultados próximos da realidade. Este trabalho pode contribuir com um maior entendimento do que é o retrofit sustentável e de como ele pode ser realizado utilizando o BIM, auxiliando as equipes de projeto na tomada de decisões.

Palavras-chave: Retrofit. Sustentabilidade. BIM.

ABSTRACT

The construction industry is responsible for a significant amount of environmental impacts, which mostly are due from the phases of use and maintenance. Rehabilitation of buildings in Brazil is an opportunity of solution for the large number of buildings that have obsolete structures and / or outdated equipment. In this context, BIM allows you to analyze various dimensions of the building, while considering different sustainability parameters. This work aims to contribute to the integration of sustainable retrofit theme in Brazilian society, so that there is greater awareness of the importance of the issue, and enable a more eco-efficient analysis with the use of BIM systems. A literature review was made and the main concepts of sustainability in construction, sustainable retrofit and green BIM were related. The main advantages of using BIM for green retrofit include: the establishment of enterprise database for future interventions and maintenance, analysis of projects over the life cycle of the buildings, and consistent modeling allowing results close to reality. This work can contribute to a greater understanding of what is sustainable retrofit and how it can be accomplished used BIM, helping project teams in decision-making.

***Keywords**: Retrofit. Sustainability. BIM.*

[1] LARIVOIR, Laura C. B. P. O uso do BIM para o retrofit sustentável. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente mais da metade da população mundial vive nas cidades, a maioria em conurbações com mais de um milhão de habitantes. As pessoas passam 80% do seu tempo dentro de edificações e a maior parte do tempo restante em áreas urbanas poluídas. A população sedentária, distante da natureza, demanda cada vez mais espaço interno para seu conforto (EDWARDS, 2008). O processo de urbanização das cidades teve um reflexo importante no desenvolvimento econômico e no aumento da expectativa de vida da população. Por outro lado, as cidades que antes eram sinônimo de melhores condições de vida, hoje enfrentam graves problemas como a poluição, a deterioração do meio ambiente urbano, aumento da pobreza. Segundo Farr (2013, p 94):

> A sociedade de consumo moderna (...) explora os recursos naturais em uma taxa que a Terra não tem como sustentar. Nosso apetite por petróleo, eletricidade, mobilidade, espaços internos e bens materiais é enorme e incessante. Um consenso científico internacional inequívoco confirma que, passadas poucas gerações desde a era do petróleo, o aumento populacional resultante e o crescente impacto per capita das atividades humanas mudaram o clima da Terra.

O Congresso Mundial da Construção Civil do CIB em 1998 elaborou a Agenda 21 em construção sustentável, e definiu a construção sustentável como "*o processo holístico para restabelecer e manter a harmonia entre os ambientes natural e construído e criar estabelecimentos que confirmem a dignidade humana e estimulem a igualdade econômica*" (MORETTINI,2012).

Segundo Motta (2009), para encontrarmos o desenvolvimento sustentável devemos atuar em três dimensões: ambiental, sociocultural e econômica, através de ações "ambientalmente responsáveis, socialmente justas e economicamente viáveis".

No intuito de tornar as cidades mais sustentáveis existem diversas escalas de intervenção: desde a redução do consumo de energia das edificações ao aumento da densidade urbana. Neste contexto, surge o retrofit de edificações como uma possibilidade de aplicação dos conceitos de sustentabilidade desenvolvidos, os quais muitas vezes ficam somente na teoria. Ao realizar o retrofit da edificação existente, ocorre a redução do impacto causado por novas edificações, sejam elas sustentáveis ou não. Evita-se a demolição, que gera uma quantidade enorme de resíduos, tem-se um melhor aproveitamento das instalações, redução do consumo de materiais e das emissões de carbono oriundas do transporte e construção, aumento da vida útil da edificação, manutenção da energia incorporada preexistente no edifício, economia de energia pela adequação dos edifícios aos novos parâmetros de desempenho energético, melhoria da qualidade do ambiente interno e redução do consumo de água. Vale ressaltar que para de fato termos uma edificação sustentável é imprescindível o fator social, os ocupantes devem ter consciência da sua importância perante à

degradação ao ambiente natural, e ter atitudes condizentes com os valores de sustentabilidades aplicados na fase de projeto e execução.

2 RETROFIT

De acordo com Barrientos (2004), o termo *retrofit* advém da conjunção das palavras *"retro"* (do latim, para trás*) e "fit"(* do inglês, adaptado*). Logo, o* retrofit pode ser definido como intervenções realizadas no edifício com o objetivo de adequá-lo tecnologicamente, o qual difere substancialmente da restauração, que consiste na restituição do imóvel à sua condição original ou da reforma, que visa a introdução de melhorias, sem compromisso com suas características anteriores (GUIMARÃES,2014). O retrofit concilia certas características marcantes da edificação com a sua adequação tecnológica.

Recursos naturais limitados, custos elevados de espaços e da construção, falta de disponibilidade de terrenos tornaram necessários intervenções em edifícios existentes, tornando-os mais eficientes energeticamente(CHUNDURI,2014). Outro fator que têm levado ao retrofit 'é a reabilitação de áreas centrais em cidades como Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte, as quais têm sido degradadas como consequência de devido a dinâmica de mercado imobiliário.

Dentre as principais vantagens de um retrofit sustentável estão a redução dos impactos ambientais, maior rentabilidade e a minimização dos custo de operação. Segundo Wong (2015), os greenbuildings possuem um a redução no custo de operação de 14% e uma valorização de 11% no preço de mercado quando comparados aos prédios tradicionais.

Diversas pesquisas tem sido realizadas para investigar as melhores práticas de eficiência energética em edificações existentes. Dentre as tecnologias disponíveis no mercado, a decisão sobre qual tecnologia de retrofit deve ser usado para um projeto específico é um problema de otimização multiobjetivo sujeito a muitas restrições e limitações, como características específicas edifício, orçamento total disponível, alvo de projeto, tipo de construção e de serviços, eficiência, etc. O benefício financeiro não é o único critério para a seleção das tecnologias de retrofit. A solução ideal é um trade-off entre uma série de fatores energéticos, econômicos, técnicos, ambientais, regulamentos e sociais(MA,2012).

3 BIM

O BIM (Building Information Modeling) é um modelo de informação do edifício, que trata a informação da construção desde a concepção até a utilização, manutenção e demolição. Uma vez que os sistemas BIM permitem considerar várias dimensões do empreendimento simultaneamente, introduzem coordenadamente no processo de projeto considerações de desempenho energético, de conforto, dos processos construtivos e dos custos, e podem oferecer diretrizes aos projetistas na escolha dos materiais. Podem ser considerados uma evolução dos sistemas

CAD, pois gerenciam a informação no ciclo de vida completo de um empreendimento de construção através de um banco de informações integrado à modelagem(WONG,2015).

O Green BIM pode ser considerado o processo baseado em modelo de geração e gerenciamento coordenado e consistente de dados de construção durante o ciclo de vida do projeto que aumentam o desempenho de eficiência energética e facilitam o cumprimento das metas de sustentabilidade estabelecidas. Trata-se do uso de ferramentas BIM para alcançar sustentabilidade e/ou melhoria na performance do projeto. É uma ferramenta que foi criada para auxiliar nos projetos de edificações a integração eficiente de componentes sustentáveis, especialmente aplicação de eficiência energética, no projeto do ciclo de vida do edifício. A aplicação do Green BIM não deve se limitar as análises na fase de concepção e construção, mas para o ciclo de vida da edificação, incluindo as fases de operação, reparo, manutenção e demolição (WONG,2015).

4 BIM E O RETROFIT SUSTENTÁVEL

Os edifícios existentes representam uma grande parte do consumo de energia e, devido a grande vida útil destes, é preciso pensar em soluções tecnológicas para melhorar a eficiência energética e a qualidade do ambiente interior. Dentre as inúmeras possibilidades, identificar as opções mais adequadas para o retrofit é um tema de grande importância devido aos custos e impactos potenciais envolvidos, tomando decisões baseadas em evidencias concretas(ASSADI,2012). Embora a implementação do BIM, em edifícios novos e existentes, exija profundas mudanças de processos nas partes envolvidas, os benefícios são consideráveis(VOLK,2014).

Projetos ultrapassados ou inexistentes e dados incompletos de consumo de energia tornam difícil prever a performance futura ao longo de um projeto de renovação. Diferente do que aconteceu na crise de energia de 1970, a tecnologia hoje permite melhorar a performance dos edifícios e limitar o investimento de capitais em projetos que vão gerar o maior retorno econômico e ambiental (AUTODESK,2010). O uso ineficiente de materiais em termos de mitigação do carbono embutido é considerado um fator primordial na pegada de carbono da indústria da construção civil, melhorias nas ferramentas BIM ajudam a prover analises de opções de mitigação de emissões em termos de fabricação de materiais, transporte e métodos de instalação (WONG,2015).

Dentre as principais vantagens da utilização do Green BIM para o retrofit, podemos citar:

- Identificar formas de reduzir o consumo de recursos naturais.
- Aumento de oportunidades renováveis no local.
- Trabalho em equipe e busca de consenso.
- Aumentar a confiança dos investidores com a visualização do modelo.

- Atender aos requisitos para o projeto sustentável e eficiência energética.
- Atender as exigências das certificações ambientais.
- Embasar uma avaliação tanto do desempenho energético dos projetos de construção e da energia incorporada nos materiais e métodos utilizados na construção de edifício.
- Diminuir a pegada de carbono ao analisar o carbono embutido dos materiais utilizados e a energia embutida.
- Exploração e aprimoramento de análises do tipo lumínica, térmica e acústica nos projetos.
- Minimizar a geração de resíduos.
- Os elementos paramétricos podem ser alterados e atualizados em todo o projeto, estimulando as simulações, diminui conflitos entre elementos construtivos, facilita revisões e aumenta a produtividade.
- Banco de dados armazena os atributos dos elementos construtivos, permitindo análise em projetos futuros, bem como comparações nas fase de uso-operação e manutenção da edificação (gestão de "*facilities*").

Segundo Hammond (2011) e Autodesk (2010), alguns exemplos de ferramentas de projeto que podem ser utilizadas para um retrofit sustentável utilizando o BIM são:

- Orientação – Orientação adequada do projeto, permitindo que o local a ser localizado por longitude e latitude, e otimize-se estratégias passivas solares.
- Estudo da Volumetria -Permite um bom acesso à luz natural, criando uma envolvente do edifício eficiente. BIM permite investigação com formas volumetria simples para comparar configurações.
- Envelope - A qualidade resistência, permeabilidade, e condução dos materiais, juntamente com o isolamento e a quantidade de vidro são alguns dos fatores que serão combinados para determinar a eficiência da massa e sistemas de construção. BIM permite montagens composição personalizados.
- A iluminação natural - A iluminação natural reduz sua necessidade de luz artificial dentro do espaço, reduzindo assim o ganho de calor interno e uso de energia. O modelo BIM pode ser utilizada para simulações de iluminação natural e opções de sombreamento para condições interiores e exteriores.
- Ventilação - Usando brisas prevalecentes quando possível para ventilação natural reduz a carga no equipamento mecânico.
- Energia: Uso de ferramentas de análise de BIM para ajudar a analisar os requisitos de aquecimento e ar condicionado, identificar oportunidades de iluminação natural, e selecione o equipamento principal edifício que

pode reduzir o uso de energia. Incorporar dados meteorológicos e da grade elétrica local para estimar a construção de consumo de energia e emissões de carbono.

- Água: retrofit dos edifícios para reduzir o uso de água ou utilizar fontes alternativas, como água cinza e água da chuva. Analisar opções de fornecimento de água potável e não potável para os ocupantes e processos de construção. Avaliar os sistemas de águas pluviais, e simular o desempenho dos sistemas de recolha, lagoas e bueiros.
- Materiais: Selecionar materiais ou acabamentos reciclados ou renováveis durante a construção de obras de renovação. Considerar os projetos integrados que reduzem o retrabalho e o consequente desperdício.

5 ESTUDO DE CASOS

Para exemplificar o potencial de utilização do BIM para o retrofit sustentável, serão demonstrados dois estudos de caso retirados da literatura.

5.1 Edifício comercial

No artigo "PLATAFORMA BIM, RETROFIT E SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL: ESTUDO DE CASO NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO de Silva(2015) é apresentado um estudo de caso de uma empresa, cujo projeto realizado nos anos 1960 possuía preceitos de arquitetura bioclimática: a valorização do convívio social em ambientes agradáveis e o desejo de se tornar um marco na arquitetura da cidade, destacando-se na paisagem, porém integrada com o seu entorno (Figura 1).

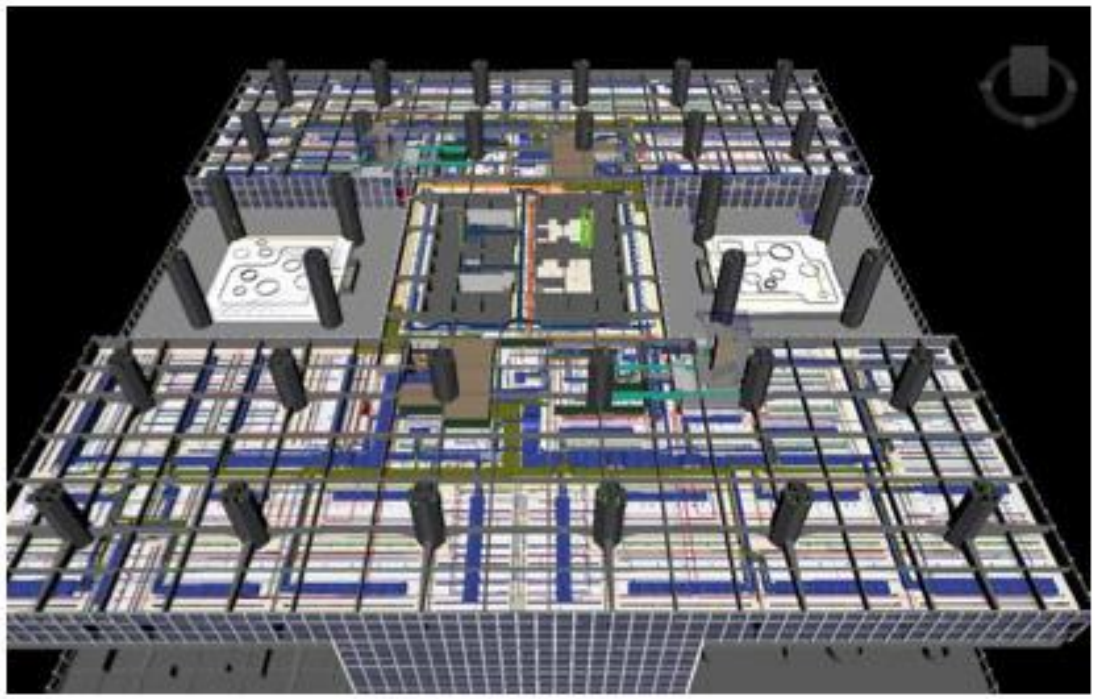
Figura 1 - Edificação em estudo



Fonte: Silva(2015)

Com base em obras previamente realizadas no 6º pavimento para aumentar a economia de energia, foi desenvolvido um projeto de atualização tecnológica visando a adequação às necessidades atuais e futuras da edificação. A pesquisa acompanhou a modelagem da edificação, iniciada com a obra previa e se estendeu para a criação do modelo digital de todo o conjunto. Com a modelagem foi possível criar um banco de dados com todas as informações sobre a edificação para auxiliar na gestão da manutenção. As simulações de desempenho ainda na fase de projeto e a possibilidade de escolha das melhores alternativas antes do inicio da execução, permitirão que a empresa possa obter a certificação ambiental AQUA e a etiquetagem energética através do selo PROCEL nível A, o que justifica uma vez mais a produção do modelo em BIM. Dentre as funcionalidades utilizadas do BIM estão a verificação das interferências, a utilização de sistemas de gerenciamento que permitem a fiscalização e aprovação de documentos pela equipe, a visualização do modelo 3D do edifício(Figura 2), a colaboração de uma equipe multidisciplinar com troca de informações para atendimento aos requisitos da certificação AQUA e o sistema de gestão do empreendimento na fase operação.

Figura 2 - Modelo Virtual do Edifício



Fonte: Silva(2015)

As principais conclusões encontradas desta pesquisa foram:

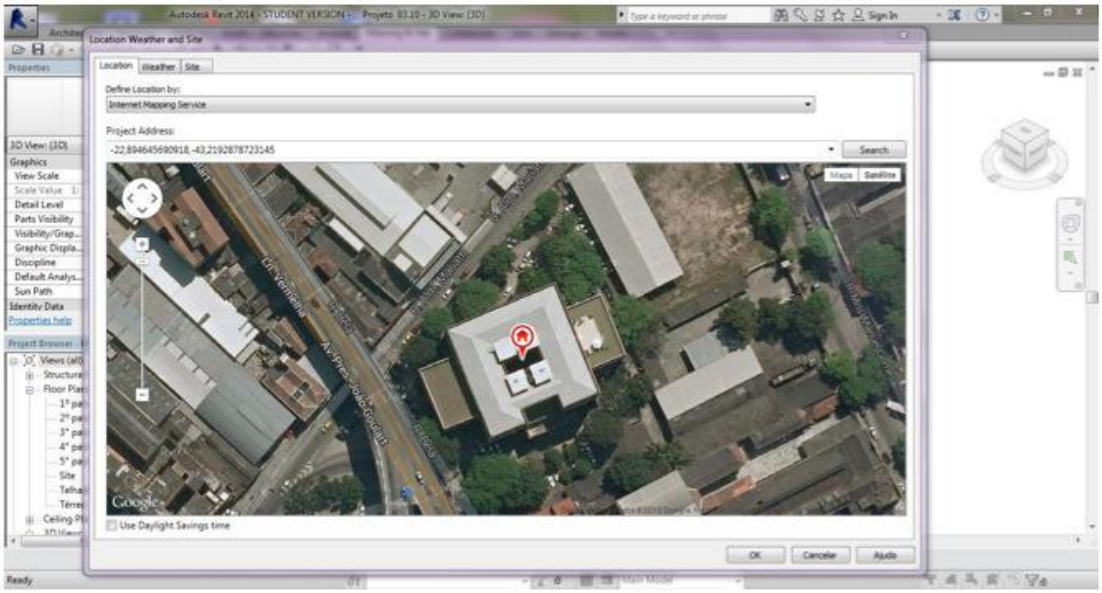
- A adoção da plataforma BIM deve ocorrer preferencialmente no inicio do processo e projeto para utilizar todas as funcionalidades ocorridas, o que não foi o caso já que o Projeto Básico das obras previas haviam sido realizados em 2D.

- Pela pouca familiarização dos funcionários com o BIM, o tempo de desenvolvimento do projeto foi mais longo que o habitual.
- Como nem todos os funcionários estão familiarizados com a plataforma BIM foi necessário converter as plantas de reforma para o AutoCad.
- Devido às vantagens encontradas, como a solução antecipada de interferências que só poderiam ser identificadas durante a obra, a empresa pretende utilizar a modelagem em projetos futuros.
- A equipe de projeto definiu um "bloco-piloto" a ser modelado em BIM, permitindo a familiarização dos profissionais com a nova tecnologia e, viabilizou a identificação dos gargalos técnicos nos trechos da edificação onde se percebe a maior quantidade de tubos e conexões em decorrência do cruzamento de diferentes sistemas prediais.
- Observou-se sobreposição de atribuições dos coordenadores externos, o que ocorreu pela falta de compreensão dos participantes às possibilidades oferecidas pelo uso da plataforma que não tiraram o máximo proveito da tecnologia, e repetiram os esquemas adotados no desenvolvimento de projetos em 2D.
- Criação de um banco de dados do empreendimento que facilitará as atividades de operação e manutenção do edifício bem como a realização de futuras reformas.
- Necessidade de que os profissionais que atuam na manutenção estejam habilitados e familiarizados com o uso desta ferramenta, de forma a manter o banco de dados sempre atualizado.
- Estabelecimento de um setor específico na empresa destinado exclusivamente à pesquisa e desenvolvimento de soluções tecnológicas aplicadas à construção, que se dedicará à criação de um banco de dados que poderá acrescentar informações para complementar a modelagem paramétrica, tornando-se uma interessante estratégia a ser adotada em projetos futuros.

5.2 Prédio EMOP

O trabalho "O RETROFIT E A MODELAGEM DE INFORMAÇÕES COMO FERRAMENTA NA ANÁLISE DE PROJETOS" de Guimarães(2014) apresentou o projeto de retrofit para o 5º pavimento do edifício-sede da Empresa de Obras Públicas do Estado do Rio de Janeiro (EMOP), localizado no Campo de São Cristóvão, no Rio de Janeiro. Além do objetivo de adequá-lo tecnologicamente, com a substituição de sistemas e a alteração do layout para sua adaptação as necessidades atuais, a preocupação em conciliar as modificações necessárias e certas características que remetem ao projeto original, o projeto visa incentivar o retrofit nos demais pavimentos.

Figura 3 - Localização do prédio em imagem aérea no Revit

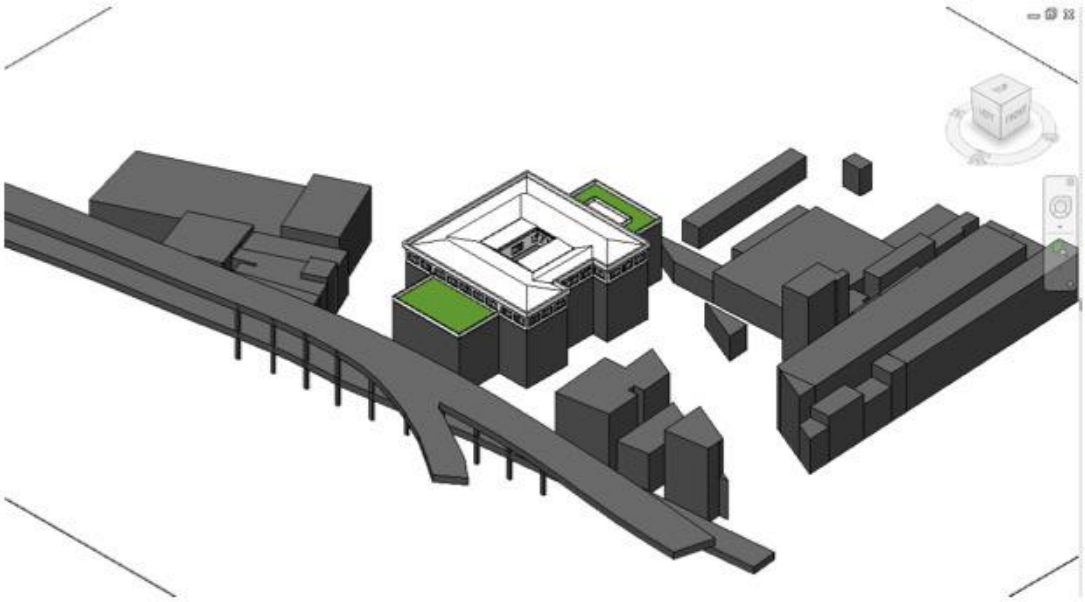


Fonte: Guimarães(2014)

Os principais recursos construtivos utilizados foram: divisórias internas painel-vidro revestidas com laminado melamínico e com miolo em lã de vidro para obter transparência esperada no departamento; fachada de vidro temperado fumê com espessura de 8 mm e película de controle solar, com o objetivo de melhorar o desempenho térmico e lumínico da edificação; forro termoacústico em fibra mineral utilizado nos escritórios; no corredor o forro colmeia foi utilizado para dar leveza ao ambiente e para facilitar a dos sistemas embutidos, condicionadora de ar única instalada na laje superior que fornece ar frio para os fancoletes. Este último não funcionou corretamente, o que será substituído no projeto futuro para ar condicionado central com duto.

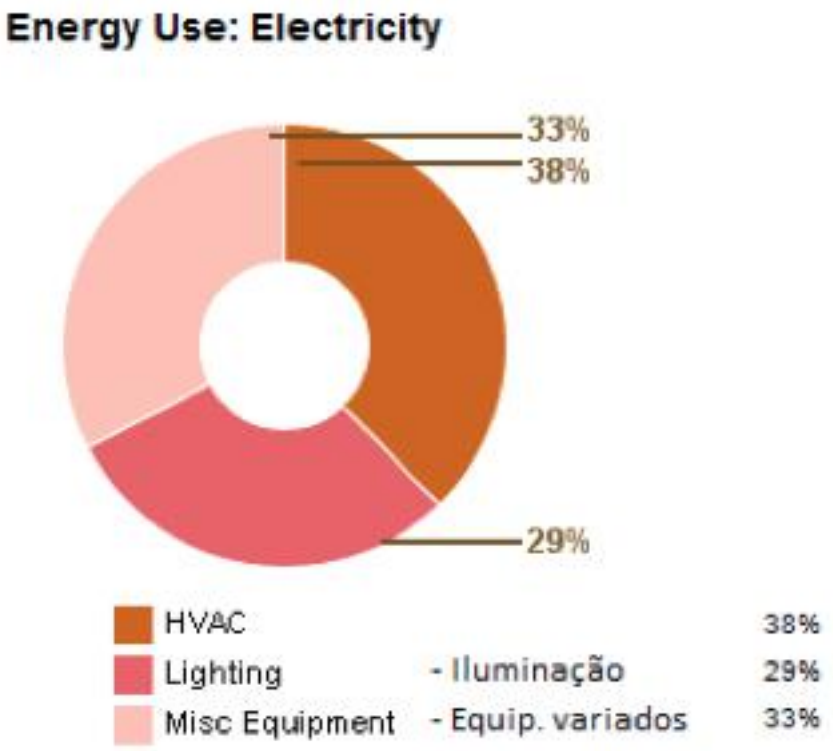
Com base no projeto de retrofit do 5° pavimento da EMOP desenvolvido em programas 2D e as informações referentes aos materiais utilizados na obra foi elaborado o modelo 3D em Revit, considerando também a localização, conforme mostra Figura 3, pois são necessários latitude e longitude para adequar o clima da região e o entorno da edificação nas análises de desempenho. Foi desenvolvida também a volumetria das edificações do entorno e da Linha Vermelha devido a influência que estas construções apresentam sobre a EMOP(Figura 4). Com isso, foi possível realizar análises de desempenho lumínico, térmico, energético (Figura 5) e acústico na edificação.

Figura 4 - Volumetria do entorno



Fonte: Guimarães(2014)

Figura 5- Simulação no Revit do uso de energia elétrica



Fonte: Guimarães(2014)

As principais conclusões apontadas neste estudo foram:

- O Bim apresenta grande potencial, e com uma modelagem consistente, é possível obter resultados próximos da realidade e avaliar modificações que possam aprimorar a performance da edificação.
- O projeto foi inicialmente desenvolvido em 2D, ele não foi avaliado, através de simulações de desempenho, durante a sua concepção. A elaboração de um modelo com informações, como o demonstrado neste estudo, poderia ter indicado a possibilidade de substituir materiais por outros similares com uma melhor relação custo x benefício.
- Muitas empresas não disponibilizam dados referentes aos materiais, dificultando a obtenção de resultados confiáveis. A condição de consistência dos dados é um dos conceitos fundamentais para o uso do BIM.
- Foram encontradas dificuldades em encontrar dados que sejam completos e homogêneos de um mesmo material.
- Foi utilizado o software Revit que possui ferramentas de analises embutidas, porém exige uma modelagem com um maior grau de detalhamento. Caso fossem utilizados programas específicos para analise de desempenho de edificações, esse grau de detalhamento poderia ser menor.
- Não foram consideradas as analises econômicas nem detalhados o comportamento dos materiais ou as técnicas utilizadas, que poderiam ser abordados em estudos futuros.
- Sugere-se também como possibilidade de estudo futuro a integração de certificações ambientais aos projetos BIM.

5 CONCLUSÕES

O modelo BIM permite quantificar, planejar, coordenar e recuperar informações ao longo do ciclo de vida da edificação. Neste estudo foi possível perceber que a natureza inerente de integração do BIM o torna uma ferramenta ideal para a aplicação de princípios de design sustentável, pois este facilita a colaboração entre profissionais de diversas áreas nos estágios iniciais das obras, permitindo discussões ao início das mesmas. Dentre as principais vantagens do BIM para o retrofit sustentável podemos citar: o aumento da eficiência energética, a redução do consumo de água e da geração de resíduos, a análise das interferências, possibilidades de testes das alternativas de projetos e ensaios sobre o comportamento do modelo.

Ao analisar os estudos de caso, foi possível perceber que como o Green BIM tem sido pouco utilizado, o processo ainda está imaturo e não sistematizado. Em ambos os estudos de caso, os projetos foram iniciados em 2D, somente passando para a plataforma BIM em fases posteriores, o que

prejudica a utilização das ferramentas disponíveis e as escolhas de projeto. Tanto Silva(2015) como Guimarães(2014) apontam que a principal limitação encontrada foi a falta de preparo dos profissionais e a pouca familiarização da equipe com as funcionalidades do sistema, ocasionando em perda de tempo no processo de projeto.

Outra limitação citada por Guimarães(2014) foi a dificuldade de obter dados confiáveis, completos e homogêneos referentes aos materiais, o que pode ser resolvido com o PBACV (Programa Brasileiro de Análise do Ciclo de Vida) que está criando uma base de dados brasileira.

Para Silva(2015) a criação de um banco de dados da edificação possibilitará melhor compreensão do edifício, bem como sua utilização em projetos futuros e manutenção.

Em relação as certificações ambientais, Silva(2015) procurou obter a AQUA e PROCEL nível A, enquanto Guimarães(2014) sugere como possiblidade de estudo futuro a integração de certificações ambientais aos projetos BIM.

Devido ao grande potencial do BIM e às vantagens encontradas em sua utilização, Guimarães(2014) e Silva(2015) recomendam sua utilização em estudos futuros.

Ressalta-se que os edifícios analisados possuem magnitudes diferentes. Assim, enquanto Guimarães (2014) trata de um pavimento do edifício sede da EMOP, Silva (2015) contempla os 26 pavimentos do edifício sede da Petrobras. Com base nestes dados, uma análise comparativa dos dois estudos de caso fica limitada pois as necessidades de projeto, as equipes de trabalho e a quantidade de informações obtidas são distintas.

Como sugestões para estudos futuros estão a aplicação prática e o aprimoramento das ferramentas para sua realização, buscando identificar as opções mais apropriadas de acordo com os potenciais custos, redução dos impactos ambientais envolvidos e a possibilidade de certificação ambiental.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V. M. O desafio da sustentabilidade na construção civil. **São Paulo: Blucher**, 2011.

AUTODESK. The advantages of BIM□enabled sustainable design for improving commercial building performance, **Autodesk**, 2011.

BARRIENTOS, M. I. G. G. **Retrofit de edificações: estudo de reabilitação e adaptação das edificações antigas às necessidades atuais.** 2004. Dissertação (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo), Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2004

CHUNDURI, S.; LEE, S.; MESSNER, J. I. An Integrative Process for Advanced Energy Retrofit Projects. In Proceedings of 2014 International Conference on Computing in Civil and Building Engineering **American Society of Civil Engineers**, p. 259-266, 2014.

EDWARDS, Brian. O guia básico para a sustentabilidade **Barcelona: Gustavo Gili**, 2008.

FARR, D. Urbanismo sustentável: Desenho urbano com a natureza. **Bookman Editora**, 2013.

GUIMARÃES, L. F. **O Retrofit e a modelagem de informações como ferramenta na análise de projetos** (Trabalho de conclusão de curso, Universidade Federal do Rio de Janeiro),2014.

HAMMOND, G.; Jones,C.. Embodied Carbon The Inventory of Carbon and Energy (ICE). **BSRIA** (University of Bath), Bath, 2011.

MA, Z.; COOPER, P.; DALY, D.; LEDO, L.. Existing building retrofits: Methodology and state-of-the-art. **Energy and buildings**, n. 55, p. 889-902, 2012.

MORETTINI, R. **Tecnologias construtivas para a reabilitação de edifícios: tomada de decisão para uma reabilitação sustentável** (Tese de doutorado, Universidade de São Paulo),2012.

MOTTA, S.R.F.; AGUILAR, M.T.P. Sustentabilidade e processos de projeto de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos, São Paulo**, v.4, n.1, 2009. USP, São Paulo, 2009.

SILVA, F. D.; SALGADO, M. S.; DA SILVA, C. M. Plataforma BIM, retrofit e sustentabilidade ambiental: Estudo de caso na cidade do Rio de Janeiro. **Blucher Engineering Proceedings**, n.2, p. 329-341,2015.

VOLK, R.; STENGEL, J.; SCHULTMANN, F. Building Information Modeling (BIM) for existing buildings—Literature review and future needs. **Automation in Construction**, n. 38,p. 109-127, 2014.

WONG, J. K. W.; ZHOU, J. Enhancing environmental sustainability over building life cycles through green BIM: A review. **Automation in Construction**, n. 57,p. 156-165, 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

APLICAÇÃO DE MATERIAIS E TÉCNICAS SUSTENTÁVEIS EM UMA OBRA DE *RETROFIT* DE UMA UNIDADE HOTELEIRA – ESTUDO DE CASO[1]

LINHARES, Rodrigo (1); JEREISSATI, Geórgia (2); MORAIS, Tiago (3)

(1) UNIFOR, e-mail: rodrigofrotalinhares@hotmail.com; (2) UNIFOR, e-mail: georgiamorais@unifor.br; (3) UNIFOR, e-mail: tiagoproj@gmail.com

RESUMO

A construção sustentável teve sua concepção quando a indústria da construção civil percebeu ser uma das que mais contribui à degradação do meio ambiente. Constatou-se que essa nova maneira de trabalho é uma ferramenta de *marketing*, visto o leque de vantagens que trazem para os futuros usuários. Este trabalho tem como objetivo avaliar a viabilidade da utilização de materiais e técnicos sustentáveis em uma obra de *retrofit* de uma unidade hoteleira, situada em Fortaleza (CE), apresentado como trabalho de conclusão de curso de Engenharia Civil. O estudo iniciou-se com uma ampla pesquisa bibliográfica, seguido pela identificação dos principais aspectos a serem alterados no hotel, para que fossem especificadas as melhores práticas e insumos sustentáveis que poderiam utilizar no *retrofit*, concluindo com a analise do custo de implantação. O resultado apresentado mostra-se melhor do que o planejado, atingindo satisfação dos hóspedes, bem como dos colaboradores, além de ambientes mais aprazíveis, acompanhado com reduções significativas tanto do consumo energético como da geração de resíduos e dos gastos mensais de R$ 4.028,29. A modernização do hotel também gerou um *marketing* positivo, quartos mais atuais aumentaram a ocupação do hotel. Isto gerou um empreendimento sócio, econômico e ambientalmente viável, ou seja, tornando a edificação sustentável.

Palavras-chave: Construção sustentável. *Retrofit*. Hotel.

ABSTRACT

Sustainable construction had its inception when the construction industry perceived to be one of those that contributed to the degradation of the environment. It was found that this new way of working is a marketing tool, as the range of benefits they bring to future users. This study aims to assess the feasibility of using sustainable materials and technical in a retrofit project of a hotel complex, located in Fortaleza (CE), presented as end if graduation course paper of civil engineering. The study began with an extensive bibliographic research, followed by identification of the main aspects to be changed in the hotel, so that best practices were specified and sustainable inputs that could be used in retrofit, concluding with the analysis of the implementation cost. The presented results show better than planned, reaching satisfaction of guests as well as employees, and more pleasant environment, accompanied by significant reductions in both energy consumption and waste generation, and monthly expenses of R$ 4,028 29. The hotel's retrofit has also generated a positive

[1] LINHARES, Rodrigo; JEREISSATI, Geórgia; MORAIS, Tiago. Aplicação de materiais e técnicas sustentáveis em uma obra de *retrofit* de uma unidade hoteleira – Estudo de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

marketing, most current rooms increased hotel occupancy. Generating a project social, economic and environmentally viable, ie, making a sustainable building.

***Keywords**: Sustainable construction. Retrofit. Hotel.*

1 INTRODUÇÃO

Na última década foi notório o aumento do número de empresários construindo verdadeiras cidades na vertical, ocupando áreas onde anteriormente existia vegetação virgem. Esse movimento, que se restringia somente aos grandes centros, começou a ir para cidades menores do Brasil. O que muitos não se preocuparam foi que isso representa uma grande parcela do consumo de energia, água, geração de resíduos sólidos e emissão de CO2, no país e no mundo.

Diante disso o setor da construção civil está desenvolvendo materiais e técnicas cada vez mais aperfeiçoadas, para que as edificações causem um impacto menor, tanto sobre o meio ambiente quanto em seu redor, além de serem economicamente mais vantajosas e com iniciativas que vão desde a fase de projeto, execução até a operação dos mesmos.

De acordo com Lamberts (2007), os edifícios consomem 44% da energia do país. Já PNUD (2012) afirma que a cadeia da construção é responsável por 12% do consumo total de água no planeta. Sendo assim faz-se necessário a implantação de técnicas sustentáveis nas edificações tanto existentes, como também nas que estão em construção, tendo em vista a redução desses índices.

As recentes crises energética e hídrica, juntamente com o aumento da energia elétrica de 43,4% (BRASIL, 2015), estão contribuindo para que a população possua atitudes mais sustentáveis, já que agora afeta até mesmo a economia das famílias.

Este trabalho tem como objetivo verificar a utilização de materiais e técnicas sustentáveis em um projeto de *retrofit* de um hotel situado na cidade de Fortaleza - CE, com 1.438,00 m² de área construída.

2 CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL

2.1 Sustentabilidade

A definição mais utilizada de sustentabilidade é a do relatório de Brundland em que desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades das gerações atuais sem comprometer a capacidade das gerações futuras de atenderem a suas necessidades e aspirações (NAÇÕES UNIDAS, 1987).

Para que equilibre o telhado da Figura 1, representando a sustentabilidade, é necessário que os três pilares estejam alinhados e alicerçados pela socioecoeficiência. O pilar econômico mostra que a empresa não pode visar apenas o lucro: é necessário que tenha respeito pelo meio ambiente e pense em ganhos sociais e ambientais, além dos lucros financeiros. Pelo social é necessário que ocorram mudanças voltadas para a melhoria da

qualidade de vida das pessoas, criando leis, políticas públicas ou investindo na educação ambiental, respeitando os direitos humanos. Já o ambiental é aquele que permite observar que a sociedade deve respeitar a natureza e seus recursos limitados, tentando minimizar ao máximo os impactos ambientais e buscando novas alternativas sustentáveis.

Figura 1 – Pilares da sustentabilidade.



Fonte: Jereissati (2011)

2.2 Construção sustentável

Segundo Yudelson (2013), construção sustentável é aquela que considera seu impacto sobre a saúde ambiental e humana e então o diminui. Também se preocupa, com os impactos de ciclo de vida dos materiais de construção, móveis e acessórios, além de melhorar a ventilação, a iluminação natural e diminuir o consumo de água e energia.

O conceito *Green Building* leva em conta um conjunto de práticas que buscam a eficiência no ciclo de vida da edificação (WAWICK *et al*, 2009).

De acordo com Kats (2010), o custo adicional de uma construção sustentável é de apenas 2% em relação ao edifício normal. Este custo adicional é superado em quatro vezes pelos benefícios diretos (economia de água e energia, saúde, etc.) proporcionados aos ocupantes da edificação.

2.3 Materiais e técnicas sustentáveis

Segundo Reis, Fabrício *et* Sousa (2014), para alcançar os objetivos da construção sustentável, torna-se necessário uma mudança nas práticas na concepção do projeto.

Deve-se priorizar a iluminação natural e os vidros devem ser revestidos com películas de controle solar, que tornam o ambiente interno mais agradável, diminuindo, assim, o uso dos aparelhos de ar condicionado.

De acordo com Casado (2008), a pintura de telhas/lajes superiores com

cores claras reduz a temperatura no interior das edificações em aproximadamente 6 °C, pois o branco reflete até 90% dos raios solares, enquanto as telhas cerâmicas comuns absorvem essa mesma porcentagem de calor. A redução do consumo energético é de 20% a 70% após a pintura. Reduz-se também as emissões de CO_2.

> Materiais como tintas a base de solvente tem que ser eliminados por prejudicar à saúde, recomenda-se o uso de tinta a base de água, na preferência de cores claras, que além de proporcionar resistência a maresia e evitam a propagação de bactérias e fungos, ajudando também na diminuição de reações alérgicas. A escolha de tintas e móveis de cores claras se dá ao fato que elas refletem mais a luz, deixando o ambiente mais claro, sem a necessidade de se utilizar a iluminação artificial (BRASIL, 2013, p. 5).

O sistema de iluminação deve ser trocado por lâmpadas econômicas como as eletrônicas ou aquelas em LED`s - *Light Emitting Diode*s. De acordo com a Associação Brasileira da Indústria de Iluminação (ABILUX,2015), as lâmpadas eletrônicas são de quatro a cinco vezes mais eficientes do que as incandescentes, economizando de 70 a 80% de energia e com vida de 6 a 10 vezes maior. Já as lâmpadas LED com eficiência de 80 a 90% superior às incandescentes e uma vida de 25 a 30 vezes maior.

Na escolha de eletrodomésticos como ar- condicionados, televisores, dentre outros, deve ser observado se eles possuem o selo Procel de economia de energia.

3 METODOLOGIA

Primeiramente foi realizada uma revisão bibliográfica seguida por uma pesquisa exploratório com a utilização do estudo de caso, que, para Araújo (2008), é uma abordagem metodológica de investigação especialmente adequada quando se procura compreender, explorar ou descrever acontecimentos e contextos complexos, nos quais estão simultaneamente envolvidos diversos fatores.

O referido estudo de caso visa atingir o objetivo do trabalho, sendo para isto necessário identificar:

a) Os principais aspectos a serem melhorados no *retrofit* de uma unidade hoteleira;
b) As práticas e materiais sustentáveis utilizados na execução do *retrofit*;
c) O custo da realização do *retrofit,* juntamente com os benefícios gerados.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em uma unidade hoteleira, situada em Fortaleza-CE.

Em 2013, por possuir 17 anos de operação, foi iniciado um projeto de *retrofit*, que, segundo Nakamura (2011), é o processo de revitalização de edifícios, unindo o projeto arquitetônico com as práticas sustentáveis existentes no mercado, visando uma melhor operação, conforto superior para os

hóspedes, além de economia e ser ecologicamente correto.

O hotel possuí 48 suítes, distribuídas em oito pavimentos e equipadas com televisores de 14", ar-condicionados tipo janeleiro e frigobar. A área térrea é composta por recepção, restaurante, sala da gerência comercial, sala da administração, cozinha industrial, lavanderia industrial, dois banheiros para funcionários, refeitório e área de manutenção. Todos os pavimentos-tipo possuíam circulação, com duas rouparias e um elevador.

4.1 Confecção dos projetos

Antes do início dos projetos foi realizado um levantamento com a direção, funcionários e hóspedes frequentes do hotel, a fim de coletar informações dos gastos operacionais, para obter uma otimização dos custos de operação, melhorar o funcionamento operacional e trazer mais conforto e qualidade para as estadias dos hóspedes.

O Quadro 1apresenta os anseios dos três setores envolvidos.

Quadro 1 – Pretensão dos setores envolvidos no projeto de *retrofit.*

Proprietários	**Funcionários**	**Hóspedes**
Redução do consumo elétrico, de água e esgoto.	Melhorar disposição dos ambientes operacionais	Renovar mobiliário dos apartamentos
Adotar práticas sustentáveis	Renovar mobiliário dos apartamentos, para facilitar limpeza diária	Aumentar área interna dos banheiros e trocar revestimento destes.
Redução dos gastos com gerenciamento dos resíduos sólidos	Trocar revestimento dos banheiros e do piso dos apartamentos.	Colocar mais um elevador
Proporcionar mais conforto ao hóspede		Aumentar tamanho da piscina

Fonte: Os autores

Após esta coleta, iniciou-se um estudo *in loco*, buscando soluções e práticas que deveriam ser incluídas no projeto, para que atendessem todos os itens solicitados. Elaborou-se um cronograma de execução do *retrofit*, divido em sete etapas:

- Apartamentos, *hall* e escadas de cada pavimento tipo;
- Implementar novo elevador;
- Executar melhorias no sistema de água quente e troca da coberta existente;
- Elaborar um programa de reciclagem de resíduos gerados na operação do hotel;
- Ampliar a recepção;
- Instalar um sistema de reaproveitamento de água pluvial e dos aparelhos de ar-condicionados;
- Criar fachada ventilada.

4.1.1 Apartamentos

O piso dos quartos era cerâmico (20x20cm), com acabamento rugoso, dificultando a limpeza e acarretando maior gasto de produtos químicos e água. Por ser escuro, aparentava ser menor, conforme Figura 2. Foi substituído por porcelanato (40x40cm), liso, de cor marfim claro.

Figura 2 – Apartamento tipo 2 antes do *retrofit*



Fonte: Hotel (2015)

Para melhorar a iluminação natural e diminuir o uso da artificial foram trocados os móveis escuros por feitos em MDF madeirado e laqueados com cores claras, tendo sido projetados para facilitar a limpeza e dificultar o surgimento de mofo no interior das unidades. Além disto, as paredes pintadas de laranja tiveram sua cor alterada para creme claro. Já as portas dos banheiros, na cor areia escuro, com tinta à base de solvente, foram pintadas com esmalte sintético à base de água, na cor branca, deixando o ambiente mais amplo e iluminado.

Para diminuir o consumo energético dos ar-condicionados, foram aplicadas nos vidros das esquadrias películas que filtram os raios ultravioletas (UV). Utilizou-se dois modelos: *Blackout*, que bloqueia totalmente a entrada de raios solares; e o modelo Prestige, que utiliza a nanotecnologia não metalizada para criar refletividade inferior ao do vidro e permite que mesmo com transparência, o que pode reduzir o calor que passa pela janela, rejeitando até 97% da luz infravermelha solar, que produz calor e 99,9% dos raios UV. Isto manterá o ambiente fresco, confortável e protegido (3M, 20015).

Dentre as diversas alterações executadas nos apartamentos salienta-se:

- Substituição da luminária com uma lâmpada eletrônica de 20W por luminária com lâmpadas LED de 12W;
- Troca de duas luminárias de leitura com uma lâmpada incandescente de 60W por luminárias articuladas, compostas por uma lâmpada super-LED de 4W;
- Mudança do aparelho de televisão de 14" por 32" de LCD, com a função de economia de energia, que reduz em 25%, além de possuir o selo A Procel (LG,2015);

- Substituição dos aparelhos de ar-condicionado tipo janeleiros por *split inverter* com selo A Procel, que gasta até 60% menos de energia, além de serem mais silenciosos e não agredirem o meio ambiente, devido à utilização de gás refrigerante ecológico (LG,2015);
- Troca do frigobar de 120 litros por de 40 litros, com selo A Procel.
- Instalação de *kit* economizador de energia para apartamentos, com porta cartão, que libera a energia do quarto somente quando o hóspede insere o cartão/chave do seu apartamento.
- Fornecimento e instalação de forro de gesso, proporcionando sensação de conforto e redução do volume que o ar condicionado tem que gelar, o que gera economia de energia, pois reduz o tempo que ele demoraria para esfriar o ambiente.

Na Figura 3 é mostrado o resultado do *retrofit*, com a aplicação de todos os materiais e soluções apresentados.

Figura 3 - Apartamento após o *retrofit*



Fonte: Os autores

4.1.2 Banheiros

Visando aumentar a área útil dos banheiros, foram retirados os guarda roupas de embutir, aumentando 80cm de largura em cada.

Portobello (2015), diz que os espelhos conseguem dobrar o espaço de modo que foram trocados os existentes que tinham 50cm de altura, por outros com 1,50m, partindo das bancadas da pia até o forro.

O forro em lambri de madeira escura, como também os revestimentos em cor verde escuro, foram substituídos por forro de gesso pintado com tinta látex PVA, branca e fosca. Na parede, optou-se por colocar porcelanato retangular branco e pastilhas de vidro e no piso porcelanato branco de 60x60 cm.

Ainda foram executadas as seguintes substituições:

- Luminária e *plafon* com uma lâmpada incandescente de 60 W, por uma luminária de duas lâmpadas LED 12W, e uma luminária com uma

lâmpada par 20 super-LED 6W, respectivamente;

- Bacia sanitária que consumia 12 litros de água por descarga, trocada por uma com caixa de descarga acoplada de duplo acionamento (3/6 litros);
- Chuveiros convencionais substituídos por modelo com sistema interno que controla a velocidade, com dois crivos de alta e baixa pressão, garantindo um banho com jato forte, com menor consumo de água segundo Ribeiro & Cabral (2014).

Outra iniciativa adotada para a redução do consumo de água foi a colocação de arejadores nas torneiras dos lavatórios, controlando assim a quantidade de água que sai nas torneiras, que segundo Silva & Cabral (2014) diminuem para menos da metade o consumo de água. A Figura 4 apresenta como ficou e como era antes o banheiro.

Figura 4 – Banheiro depois e antes do *retrofit*.



Fonte: Os autores

4.1.3 Corredores

Os *halls* dos andares possuíam o mesmo revestimento de piso dos apartamentos, estes foram trocados por porcelanato igual ao dos apartamentos. Executou-se a colocação de forro de gesso acartonado, pintado com tinta látex PVA, branca e fosca; as três luminárias que eram fluorescentes circulares de 20 W, foram substituídas por luminária com duas lâmpadas LED 12 W. Foram colocados 3 sensores embutidos no forro, com o sistema de fotocélula, ou seja, mesmo detectando a presença de uma pessoa somente libera energia quando o ambiente está escuro.

4.1.4 Escadas

As escadas possuíam piso de mármore claro e uma janela em cada pavimento, favorecendo a iluminação natural durante o dia. Devido a isto, foram somente substituídas as luminárias, que usavam lâmpadas fluorescentes de 20W, e implementados sensores de presença. Foi

especificado um soquete simples para uma lâmpada LED de 10W, com sensor acoplado no próprio ponto de luz, sendo acionado somente quando o ambiente escurece e detecta movimento de pessoas.

4.1.5 Elevador sustentável

Implantou-se um novo elevador sustentável, priorizando a eficiência energética e o nível de ruído gerado, além de ser ecologicamente correto. Foi escolhido um modelo para nove passageiros que não agride o meio ambiente, sendo econômico no gasto energético, possuindo todos os componentes de sinalização em LED. Este deve ser dotado de uma função *standby,* que desliga automaticamente as luzes da cabine, quando o elevador não estiver em uso, além de utilizar elementos de tração, que tem como vantagens a locomoção da cabine sem ruídos e dispensar o uso de óleos lubrificantes (SCHINDLER, 2015).

4.1.6 Sistema de água quente existente e coberta

O sistema composto por três reservatórios de 1500 litros e 25 placas solares de 1 m^2, tendo como sistema auxiliar o uso de resistências e tubulação de cobre. Durante o *retrofit* foi trocada toda a tubulação existente por uma de PPR, mais durável, de fácil manutenção e sem necessidade de ser envelopada com manta isoladora de calor. Foram substituídos também os coletores solares existentes por modelos mais novos, que conseguem armazenar por mais tempo o calor e mudar o sistema alternativo de aquecimento para bomba de calor, o que apresenta uma economia de 40% no consumo de energia.

Quanto à coberta atual composta por telhas de fibrocimento, especificou-se a retirada destas e colocação de manta asfáltica para impermeabilizar a laje, diminuindo o peso na estrutura da edificação e contribuindo com a diminuição da temperatura interna do edifício. Foi também solicitada a pintura dessa laje com tinta refletiva branca, o que ainda não foi executado.

4.1.7 Programa de reciclagem de resíduos gerados

O hotel já possuía um sistema de coleta de lixo por empresa privada especializada, porém não era separado. O gasto era muito elevado, então foi criado um programa de reciclagem, juntamente com seus funcionários, ficando as camareiras responsáveis pela triagem nas lixeiras dos apartamentos e o setor de serviços gerais colaborando com a separação nas lixeiras da área administrativa, cozinha e lavanderia. Esses funcionários receberam treinamento da direção, juntamente com representantes da cooperativa escolhida para coleta, no qual foi explanada a importância da reciclagem para o meio ambiente e como realizar de forma correta a coleta desse material, explicando quais poderiam vir a ser reciclados e como separar os mesmos em papel/papelão, plásticos, vidros, metais e madeira.

4.1.8 Projetos em andamento

Hoje se encontram em fase de desenvolvimento de projetos as etapas do *retrofit* que envolvem a ampliação da recepção, a implementação do sistema de reaproveitamento de água pluvial e dos drenos dos aparelhos de ar-condicionados e a execução de fachada ventilada.

5 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com parte do projeto de *retrofit* executada, já se observam os resultados com as práticas e técnicas implantadas, sendo gastos R$ 87.424,00.

Na Tabela 1 é apresentado o histórico do consumo de energia elétrica do período de 10/2014 a 10/2015, em Kwh.

Tabela 1 – Histórico do consumo de energia elétrica (9/14 a 10/15)

Período	**Consumo (KWh)**	
Mês/Ano	Hora Ponta	Fora Ponta
10/15	1518	13475
09/15	1379	12924
08/15	1812	14297
07/15	1063	10164
06/15	962	11786
05/15	1515	14838
04/15	2006	17063
03/15	1768	16249
02/15	2359	18400
01/15	1964	16709
12/14	2125	18007
11/14	2361	17907
10/14	2456	18103

Fonte: Os autores

Analisando o mês 10/ 2015 percebe-se um consumo na hora de ponta de 1518 Kwh, com uma tarifa de R$ 1,55496, totalizando R$ 2.360,42 e no consumo faturado fora ponta um consumo de 13475 Kwh, com uma tarifa de R$ 0,42590 dando um total de R$ 5.739,00. O gasto mensal com energia elétrica foi de R$ 8.099,42. Se for observado o mês 10/2014, que teve a mesma média mensal de ocupação deste ano de 2015, adotando-se as mesmas tarifas atuais, percebe-se que foi gasto no mês R$ 11.530,35, ou seja, ocorreu uma economia de R$ 3.820,29 quando comparado com os demais anos, o que representa um gasto anual menor de R$ 45.843,48.

Até o fim da pesquisa não foi detectada a redução no consumo de água e esgoto do empreendimento. Já no que tange à implementação do programa de reciclagem de resíduos gerados, observa-se uma média de 200 litros semanais de materiais reciclados, que por mês representa uma economia de R$ 208,00.

6 CONCLUSÕES

Mesmo com o *retrofit* ainda em andamento, é possível perceber a importância da introdução das práticas e materiais sustentáveis na operação do hotel. O hóspede agora tem mais conforto, com apartamentos modernos e iluminação eficiente; banheiros maiores e claros, com aparelhos mais eficazes; melhora na qualidade do ar interno, inclusive com a retirada a umidade remanescente do ar-condicionado, reduzindo vírus e bactérias. Com isto, gera-se um *marketing* positivo, atraindo mais hóspedes.

A operação da unidade hoteleira melhorou consideravelmente, pois a limpeza diária tornou-se mais rápida e ecologicamente correta, com redução da utilização de produtos químicos. Os funcionários estão mais dispostos, pois agora trabalham em ambientes mais amplos, claros e ventilados.

Já apresenta uma redução nos gastos mensais de R$ 4.028,29, com previsão para chegar em torno de R$ 5.000,00 ao mês, com o fim do *retrofit*.

Atualmente, o estabelecimento opera com a preocupação em respeitar o meio ambiente, visando desempenhar atividades que não agridam a natureza e gerem o mínimo de impacto em seu entorno. Um exemplo disso foi o programa de reciclagem de resíduos gerados na operação, onde os mesmos são enviados a uma cooperativa de reciclagem. Além de tudo tornou-se um empreendimento ambientalmente justo, socialmente correto e economicamente viável, ou seja, sustentável.

REFERÊNCIAS

ABILUX, Legislação. Disponível em: HTTP://www.abilux.com.br. Acesso em 5 de novembro 2015

ARAÚJO, M. A. **A Moderna Construção Sustentável**. Instituto para o Desenvolvimento da Habitação Ecológica, 2008.

BRASIL, Banco Central do Brasil. **Relatório trimestral de inflação do segundo trimestre de 2015**. Brasília, DF. 2015. Disponível em: http://www.bcb.gov.br/htms/relinf/port/ 2015/06/ri201506P.pdf. Acesso em: 10 out. 2015.

_____. Ministério do Meio ambiente. Caderno de Consumo Sustentáveis Construções – **Moradias Sustentáveis Economia e Durabilidade**. Brasília, DF, 2013 . Disponível em: http://www.oeco.org.br/images/stories/file/abr2013/cartilha_ construcoes_sustentaveis_.pdf. Acesso em 25 out. 2015.

CASADO, M. **Green Building – Construções Sustentáveis**. Texto técnico, 2008. 150p

FERREIRA, Aurélio Buarque de Holanda. **Mini Aurélio**. Curitiba: POSITIVO, 2014.

JEREISSATI, G. M. **Licitação e obras públicas sustentáveis**. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2011.

KATS, G. **Tornando nosso ambiente construído mais sustentável - custos, benefícios e estratégicas.** Washington, 2010

LAMBERTS, R. Eficiência Energética nas construções. Palestra proferida em agosto/2007 In: **Seminário de Sustentabilidade da construção civil.**

LG, Disponível em: HTTP://www.mobi.lge.com/br/ar-condicionado-residencial/lg-USQ242CSZ2. Acesso em: 5 nov. 2015.

NAÇÕES UNIDAS. **A ONU e o meio ambiente**. 1987. Disponível em: http://nacoesunidas.org/acao/meio-ambiente/. Acesso em: 15 de setembro 2015

NAKAMURA, J. ***Retrofit* de edifícios**. Equipe de obra. Pini. São Paulo, p. 28-42, ed. 37. 2011. Disponível em: http://www.equipedeobra.pini.com.br/construcao-reforma/37/retrofit-de-edificios-220681-1.aspx. Acesso em: 15 out. 2015.

PORTOBELLO, **Dicas para ampliar em pequenos espaços** – Decore com espelhos. Disponível em: http://www.portobello.com.br/blog/arquitetura-brasileira-projetos/dicas-para-ampliar-pequenos-espacos-espelhos-em-novos-locais/. Acesso em 12 out. 2015.

PRADO, A. **Sustentabilidade em TI: indo além da" TI Verde".** 2009. Disponível em: http://imasters. com. br/artigo/11140/tendencias/sustentabilidade em ti indo alem da ti verde, 2013. Acesso em: 14 abr. 2016.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Objetivos do Desenvolvimento do Milênio**. 2012. Disponível em: HTTP://www.pnud.org.br/ODM. aspx. Acesso em: 15 setembro 2015.

REIS, D.; FABRÍCIO, M; SOUSA. J. Gestão de projetos no âmbito da construção sustentável. In: XV ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Maceió. **Anais eletrônicos...** Maceió: ANTAC, 2014. Disponível em: <http:// http://www. infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_311.pdf>. Acesso em: 21 jan. 1997.

SCHINDLER, Disponível em: http://www.schindler.com/br/internet/pt/solucoes-em-mobilidade/produtos/elevadores/schindler-3300.html. Acesso em: 12 out. 2015.

SILVA, S. R.; CABRAL, A. E. B. Estudo do impacto financeiro da implantação de atributos da construção verde no orçamento em uma obra residencial vertical. In: XV ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Maceió. **Anais eletrônicos...** Maceió: ANTAC, 2014. Disponível em: <http:// http://www. infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_19.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2016.

WANICK, T.; KAWAKAMI, N.; CASADO, M.; FUJIHARA, M. C. **Guia para sua Obra mais Verdes** - Guia prático sobre Construções Sustentáveis nas cidades. Coordenação Editorial: Assessoria de Comunicação Social. São Paulo, 2009

YUDELSON, J. **Projeto integrado e construções sustentáveis**. Porto Alegre: BOOKMAN, 2013.

3M.**Serie Prestige – Construídos com nanotecnologia** . Disponível em: HTTP:// www.solutions.3m.com.br/wps/portal/3M/pt_BR/Pelicula-para-vidros/Window-Film-3M/Produtos/Comercial/Redução-de-Calor/Serie-Prestige. Acesso em 12 out. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DE EMISSÕES DE CO_2 E DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÕES: ESTUDO DE CASO DO SISTEMA CONSTRUTIVO CASA EXPRESS NA CIDADE DE TERESINA – PI[1]

LIRA, Júlia (1); CALDAS, Lucas (2); SILVEIRA, Ana (3); SPOSTO, Rosa (4)

(1) UnB, e-mail: juliasanttiago@gmail.com; (2) COPPE/UFRJ, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com; (3) UFPI, e-mail: c_silveira@uol.com.br; (4) UnB, e-mail: rmsposto@unb.br

RESUMO

Com o aumento do déficit habitacional brasileiro, surgiram maiores investimentos governamentais visando incentivar a construção de habitações. Com isso, novos sistemas construtivos racionalizados foram criados, entre eles o Casa Express, que possui avaliação no PBQP-H/SINAT. Além disso, há necessidade de se avaliar o desempenho ambiental deste sistema, considerando-se indicadores como consumo de energia, emissões de CO_2, entre outros. Neste trabalho, foram consideradas as emissões de CO_2 devido a sua importância em termos de aquecimento global. O local escolhido para a avaliação é a cidade de cidade de Teresina (PI), onde o sistema tem sido bastante utilizado. Dessa forma, os objetivos deste trabalho são: a) verificação do atendimento do desempenho térmico nesses sistemas em relação ao recomendado pela norma brasileira de desempenho e b) avaliação do ciclo de vida de emissões de CO_2 ($ACVCO_2$) de habitações executadas com o sistema Casa Express, comparativamente ao sistema construtivo convencional, constituído por blocos cerâmicos furados. Para a quantificação das emissões de CO_2 na etapa de pré-uso foram utilizados dados da literatura e para etapa operacional a simulação termoenergética no software DesignBuider. Ao final, foi possível verificar que o sistema construtivo Casa Express apresentou pior desempenho térmico e maior quantidade de emissões de CO_2.

Palavras-chave: Casa Express. Desempenho térmico. Emissões de CO_2. Habitação de interesse social.

ABSTRACT

With the increase housing deficit in the Brazil, there were major government investments to encourage the construction of habitações. Thus, new building systems rationalized were created, including the Casa Express, which has reviewed the PBQP-H / SINAT. In addition, it is necessary to consider the environmental performance of the system, considering indicators such as energy consumption, CO_2 emissions, and others. This work was considered CO_2 emissions due to its importance in terms of global warming. The place evaluated is the city Teresina (PI), where the system has been quite used. The work's objectives are: a) verifying the fulfillment of the thermal performance in these systems as recommended by the Brazilian standard of performance and b) assessment of life cycle CO_2 emissions ($ACVCO_2$) of house constructed with the Casa Express system over its life cycle compared to conventional

[1] LIRA, Júlia; CALDAS, Lucas; SILVEIRA, Ana; SPOSTO, Rosa. Avaliação do ciclo de vida de emissões de CO_2 e desempenho térmico de habitações: estudo de caso do sistema construtivo Casa Express na cidade de Teresina – PI. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

building system consisting of perforated ceramic blocks. For quantification of CO_2 emissions in the pre-use phase were used literature data and in the operational phase were used simulation in DesignBuider software. At the end, we found that the building system Casa Express showed worse thermal performance and greater amount of CO_2 emissions.

***Keywords**: Casa Express. CO_2 emissions. Thermal performance. Social housing.*

1 INTRODUÇÃO

O programa de incentivo para a construção civil denominado "Minha Casa Minha Vida" tem sido aplicado em várias cidades brasileiras, tendo como um de seus objetivos principais a diminuição do déficit habitacional. Em Teresina-PI, este déficit era de 51 mil unidades em 2010, segundo aponta a Agência de Desenvolvimento Habitacional (ADH, 2011). Porém, entre 2007 e 2012, houve redução em 37% na capital pelo avanço da construção e entrega de habitações populares (IBGE, 2012).

Para atender esta demanda, o sistema construtivo convencional feito com blocos cerâmicos de vedação fabricados na própria região foi substituído, em grande parte, pelo sistema Casa Express que é um sistema racionalizado com maior agilidade de construção.

Por se tratar de um sistema inovador, este não possui, até o momento, uma norma brasileira própria, cabendo as empresas detentoras da tecnologia requererem o Documento de Avaliação Técnica (DATec) segundo diretrizes definidas pelo Sistema Nacional de Avaliações Técnicas de Produtos Inovadores (SINAT), do Programa Brasileiro de Produtividade e Qualidade no Habitat (PBQP-H). O sistema Casa Express já possui DATec junto ao SINAT.

Além do atendimento aos critérios da norma de desempenho, a ABNT NBR 15575:2013, considerando o grande investimento para o programa "Minha Casa, Minha Vida", Paulsen e Sposto (2013) discutem a importância de analisar o impacto ambiental para obter uma visão geral da magnitude deste programa e criar uma base para avaliação de diferentes cenários de tipos de habitações.

Para quantificar os impactos ambientais de um produto ou serviço, tem-se utilizado a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida (ACV). Segundo a NBR ISO 14040 (2009), na ACV são avaliados os aspectos e impactos ambientais de sistemas de produto, desde a aquisição da matéria-prima até a disposição final, de acordo com o objetivo e escopo estabelecidos. Aplicada à construção civil, esta metodologia pode ter como foco o estudo de materiais, de componentes, de sistemas ou até da edificação (CABEZA *et al.*, 2014).

Em 2014, o total de emissões antrópicas associadas à matriz energética brasileira atingiu 485,2 milhões de toneladas de dióxido de carbono equivalente-CO_{2eq} (BRASIL, 2015). Neste sentido, uma importante ferramenta para quantificar o total de emissões é a Avaliação do Ciclo de Vida de Emissões de CO_2 (ACVCO_2). Nesta ferramenta, conforme Atmaca *et al.* (2015), são consideradas as principais saídas de emissões de carbono de um material, componente, sistema ou edificação ao longo de diferentes fases

do seu ciclo de vida.

No âmbito nacional, alguns trabalhos relevantes têm aplicado a ACVCO_2. Dentre eles, destaca-se o de Tavares e Lamberts (2008) que quantificaram o CO_2 incorporado em edificações residenciais brasileiras, observando que a geração de CO_2 é compatível com a de países desenvolvidos, que possuem matriz energética menos sustentável. Isso ocorre especialmente pelo fato das construções brasileiras possuírem grande desperdício de materiais, elevado uso de cimento e materiais com alto índice de CO_2 incorporado, como a cerâmica vermelha.

Mazzarotto *et al.* (2010) correlacionaram desempenho energético de sistemas de fachada com o consumo de CO_2 dos mesmos sistemas. O estudo analisou algumas soluções de fachadas, associadas às estratégias passivas de ventilação natural e noturna, para o mesmo edifício, com o objetivo de identificar melhorias no seu desempenho quanto aos impactos de gasto energético para condicionamento e emissões de CO_2.

A norma brasileira de desempenho de edificações habitacionais (ABNT NBR 15575/2013) considera, para os requisitos de desempenho térmico, oito zonas bioclimáticas classificadas na norma de desempenho térmico (ABNT NBR 15220-3: 2005). Isto gera uma reflexão sobre as diferentes situações climáticas das cidades brasileiras e a importância da análise da adequação de certos sistemas para estas cidades. No presente trabalho, foi escolhida a zona bioclimática 7, referente a cidade de Teresina-PI.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho consistiu-se na avaliação do desempenho térmico e quantificação das emissões de CO_2 para o sistema de vedação vertical Casa Express, comparativamente ao convencional, constituído de blocos cerâmicos, para a cidade de Teresina-PI. Foram consideradas as fases de pré-uso (extração, transporte e execução) e a fase operacional do ciclo de vida da edificação.

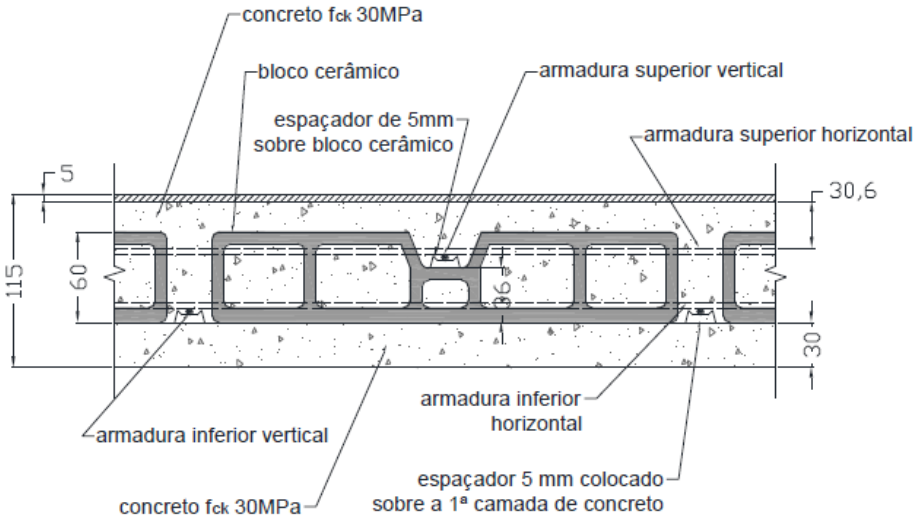
2 SISTEMA CASA EXPRESS

Sistemas inovadores surgiram para atender a grande demanda construtiva existente no país, como forma de aumentar a produtividade, diminuição de perdas e racionalização da construção civil (AMANCIO; FABRICIO, 2015).

Neste trabalho considerou-se o sistema inovador Casa Express que é, segundo o DATec 009b (2014), composto por paredes estruturais constituídas de painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos, e das ligações entre os painéis. São consideradas ainda as interfaces entre painéis de parede e esquadrias e entre painéis de parede e instalações.

O corte esquemático da parede Casa Express é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Corte esquemático de um painel Casa Express



Fonte: DATec nº 009b - SINAT, 2014

Na Figura 2a, observa-se que os blocos cerâmicos (fabricados especialmente para fabricação do sistema Casa Express) são justapostos sobre a primeira camada de concreto juntamente com as armaduras, conforme especificado no projeto. Após esse arranjo, a segunda camada de concreto é aplicada, e posteriormente são dispostas as tubulações elétricas e hidráulicas, para serem capeadas por uma argamassa já sarrafeada e por fim é aplicado revestimento argamassado (reboco) na face interna.

A espessura final das vedações verticais da Casa Express é de 115 mm e a montagem no local definitivo deve ser feita com o auxílio de guinchos (Figura 2b).

Figura 2 – Processo de fabricação de paredes de habitações populares no sistema Casa Express (a) e içamento dos painéis (b)



(a) (b)

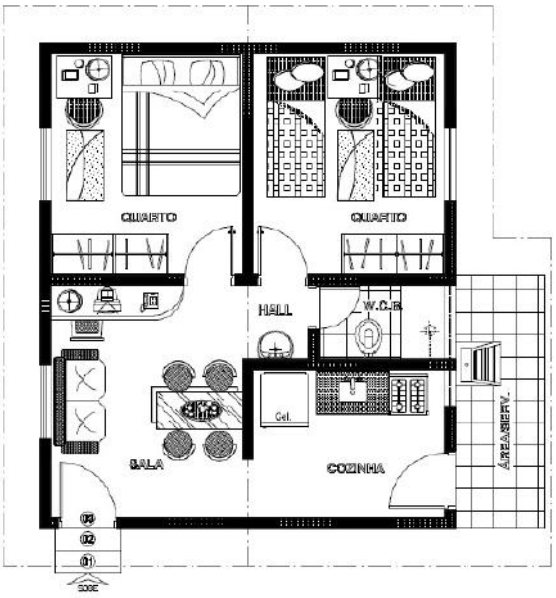
Fonte: Os autores

3 METODOLOGIA

Foi considerado no estudo um projeto já utilizado em um conjunto habitacional localizado na zona norte de Teresina, que possui cerca de quatro mil habitações (ADH, 2011). A planta baixa humanizada da habitação é apresentada na Figura 3 e possui 36 m² distribuídos em cinco cômodos.

A habitação é constituída por uma sala, dois quartos, um banheiro, uma cozinha e uma área de serviço externa. Possui duas portas externas, três internas (de material metálico) e cinco janelas (de alumínio e vidro). A vida útil da edificação foi adotada de 50 anos (ABNT NBR 15575/2013) e a unidade funcional foi considerada toda a unidade habitacional. Para a simulação, foi adotada orientação Norte a fachada da sala e quarto.

Figura 3 – Planta baixa da habitação analisada



Fonte: ADH, 2011

3.1 Sistemas construtivos

O sistema convencional é o processo construtivo mais utilizado em Teresina e é composto por pilares e vigas de concreto armado e blocos cerâmicos de vedação com seis furos (dimensões iguais a 9x14x19 cm). A variável deste trabalho são as vedações verticais (paredes internas e externas), já que a cobertura é igual nos dois sistemas e é composta por estrutura em madeira com sombreamento em telha cerâmica e forro de PVC.

Os sistemas de vedações verticais demandam uma importante parcela da massa e energia incorporada em todo o ciclo de vida de uma habitação, justificando seu estudo para contribuição dos bancos de dados dos índices de sustentabilidade no Brasil (TAVARES, 2006; PAULSEN; SPOSTO, 2013; PEDROSO, 2015).

3.2 Avaliação do desempenho térmico

Foi realizada a avaliação somente para o procedimento simplificado da norma ABNT NBR 15575-4 (2013), por meio do cálculo da transmitância e capacidade térmica dos sistemas de vedação vertical, e ao final verificando se os valores obtidos atendem os critérios definidos pela norma.

Para o sistema de vedação convencional, o valor de sua transmitância térmica (U) e da sua capacidade térmica (Ct) está contido no catálogo da ABNT NBR 15220-2 (2005). Para o inovador, os valores de U e Ct foram calculados conforme procedimentos indicados pela própria norma.

3.3 Fase de pré-uso da ACVCO_2

Com base no projeto arquitetônico, foram levantados os materiais e componentes utilizados na vedação vertical dos dois sistemas. Para a etapa de pré-uso foi elaborada a Tabela 1. Esta fase foi dividida em três etapas: (1) emissões de CO_2 da extração e processamento dos materiais (ECO_2I); (2) transporte dos materiais e componentes (ECO_2T); e (3) execução dos sistemas (ECO_2E).

Para o cálculo das emissões de CO_2 da fase de extração e processamento dos materiais e componentes foi empregada a equação 1.

$$ECO_2I = Quantidade \times FCO_{2eq} \quad (1)$$

Q – quantidade de materiais utilizados na habitação (kg ou m³);
FCO_2 – fator de emissões ($kgCO_{2eq}$/kg ou $kgCO_{2eq}$/m³);
ECO_2I – emissões da etapa da extração e processamento dos materiais ($kgCO_{2eq}$);

Tabela 1 – Resumo do quantitativo de vedações verticais dos dois sistemas

	Materiais e Componentes	Quantidade		FCO_2 equiv ($kgCO_{2eq}$/UM)[1]	Distância Fábrica - Canteiro (Km)
CASA EXPRESS	Areia	14,15	m³	0,01	15
	Brita	11,69	m³	0,02	32
	Cimento Portland	5399,41	kg	0,37	429
	Cal hidratada	281,68	kg	0,78	10
	Lajota cerâmica	11880,00	kg	0,24	2681
	Aço	532,41	kg	1,95	35
	Madeira compensada	0,08	m³	73,22	18
CONVENCIONAL	Areia	7,85	m³	0,01	15
	Brita	1,16	m³	0,02	32
	Cimento Portland	2123,99	kg	0,37	429
	Cal Hidratada	563,37	kg	0,78	10
	Bloco cerâmico 6 furos	17998,20	kg	0,24	42
	Aço	122,08	kg	1,95	35
	Madeira compensada	0,01	m³	623,55	18
	Madeira Serrada	0,04	m³	73,22	18

Fonte: Os autores

[1] Extraídos de Silva e Silva (2015)

Para o cálculo de emissões de CO_2 na fase de transportes dos materiais e componentes até o local da obra, foi utilizado consumo médio de diesel igual a 0,0136 L/T.km e o litro de diesel emitindo 3,15 kg CO_2 (NABUT NETO, 2011).

A execução dos sistemas se tornou necessária no estudo pelo uso significativo de equipamentos de grande porte para execução do sistema Casa Express. Para o sistema convencional apenas o uso de betoneira foi considerado. Para o sistema Casa Express foi considerado o uso de betoneira, vibrador de imersão e caminhão guindaste para transporte dos painéis da pista até o local da habitação, considerando uma média de 4 km (trajeto de ida e volta). Para o cálculo da execução dos sistemas (ECO_2E) foi utilizada a equação 2.

Como todos os equipamentos utilizam energia elétrica direto da rede foi adotado o FCO_2 de 0,036 $kgCO_2$/MJ e 1 kWh = 3,6 MJ, obtidos do Balanço Energético Nacional (BEN).

$$ECO_2E = 3{,}6 \times P \times T \times FCO_{2eq} \quad (2)$$

Onde,

P – potência dos equipamentos (kWh);
T – tempo de uso do equipamento para a execução da habitação (h);
FCO_{2eq} – fator de emissões ($kgCO_{2eq}$);

ECO_2E – emissões da etapa de execução da habitação ($kgCO_{2eq}$).

3.4 Fase operacional da $ACVCO_2$

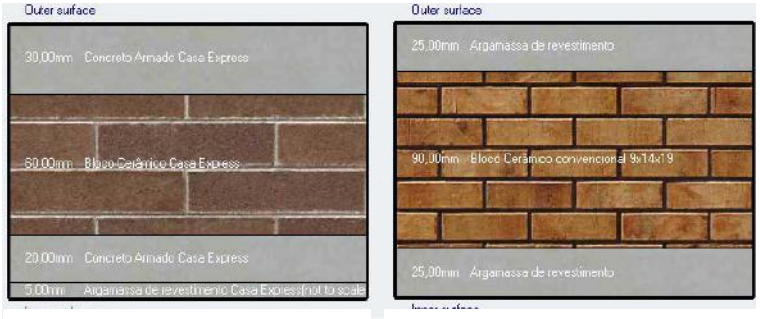
Para a fase operacional foi empregada a simulação computacional para quantificação do consumo energético proveniente do uso de equipamentos para condicionamento artificial. A simulação foi realizada no software *DesignBuilder versão 4.6.0.015* (DESIGN BUILDER, 2016), que é uma ferramenta integrada com o *EnergyPlus*, que é o software recomendado pela Norma de Desempenho e o Procel Edifica.

A diferença do tipo de vedação vertical entre os dois sistemas acarreta em uma maior ou menor necessidade do uso de equipamentos de condicionamento ambiental por causa das diferentes propriedades térmicas dos materiais e componentes que compõem essas vedações.

No programa de simulação computacional *DesignBuilder*, os resultados de energia operacional foram baseados na energia utilizada para os sistemas de resfriamento, de acordo com agenda de ocupação da habitação pré-determinada. Os outros equipamentos utilizados (refrigerador, televisão e etc.) foram mantidos constantes nos dois sistemas, típicos de uma habitação baixo padrão.

A agenda adotada para simulação foi: para dias da semana com o aparelho *split no fresh air* ligado das 18-24 horas de segunda a sexta e finais de semana das 12-24 horas. Para a energia dos outros equipamentos eletrônicos foi adotado o valor de 161 kWh/mês (3,35 kWh/mês/m²), extraído de Paulsen e Sposto (2013), para habitações de baixo padrão. Na Figura 4, os cortes transversais das vedações verticais dos dois sistemas construtivos foram extraídos do software.

Figura 4 – Cortes transversais das vedações verticais: (a) Casa Express; (b) sistema convencional



(a) (b)

Fonte: Os autores

No software não é possível modelar sistemas heterogêneos de vedação. Os blocos cerâmicos são um exemplo desses materiais, pois possuem camadas de ar que intercalam com a camada maciça de material diferentemente de um elemento homogêneo que possui uma placa homogênea constituída por um único material (ABNT NBR 15220:2005). Para equivaler a diferença do

sistema, a espessura apresentada na Figura 4 foi variada automaticamente no software e fixado o valor da transmitância térmica, artifício existente no programa.

O resultado gerado pelo software foi em kWh/ano, que é o total de energia consumida por equipamentos de condicionamento artificial. Para obter resultado em emissões de CO_2 (ECO_2O), uma conversão foi necessária e foi utilizado o fator de emissões para eletricidade, de 0,036 $kgCO_2/MJ$, apresentada anteriormente. Ao final o valor anual foi multiplicado pela vida útil, de 50 anos.

4 RESULTADOS

As propriedades dos materiais que compõem a vedação dos sistemas estudados impactam no desempenho térmico e consequentemente se relacionam com a emissão de CO_2 da fase operacional. Para compreensão clara desta relação, a seção foi dividida em resultados para avaliação do desempenho térmico e $ACVCO_2$.

4.1 Avaliação do desempenho térmico

Pela norma NBR 15.220-3 (ABNT, 2005), tem-se as estratégias para a zona bioclimática que Teresina está inserida: exigência de desumidificação para melhorar a sensação térmica, o uso de paredes e coberturas com maior massa térmica, ventilação cruzada e uso da refrigeração artificial, que foi verificada na simulação termoenergética da habitação.

Com o conhecimento das propriedades térmicas dos materiais, foi possível analisar a adequação dos dois sistemas ao recomendado pela norma em relação à zona bioclimática de Teresina. O resultado está apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 – Resultado das propriedades térmicas dos sistemas

	Transmitância térmica U ≤ 3,7 W/m².K	Capacidade térmica Ct ≥ 130 kJ/m².K
Sistema Casa Express U = 3,71 Ct = 234,36	NÃO ATENDE	ATENDE
Sistema convencional U = 2,48 Ct = 159	ATENDE	ATENDE

Fonte: Os autores

4.2 $ACVCO_2$

O resultado da fase de pré-uso apresenta o consumo de CO_2 incorporado na extração e processamento dos materiais juntamente com o resultado do cálculo do transporte de cada material ao sítio da obra, incluindo o transporte dos painéis da pista de concretagem ao local da casa. Esses resultados estão mostrados na Tabela 3 para toda a unidade habitacional (36 m²).

Tabela 3 – Cálculo do total de CO_2 incorporado na extração das matérias primas

	Material	ECO_2I ($kgCO_{2eq}$)	ECO_2T ($kgCO_2$)
CASA EXPRESS	Areia	0,16	13,639
	Brita	0,23	26,442
	Cimento Portland	1997,78	99,232
	Cal hidratada	219,71	0,121
	Lajota cerâmica	2851,20	1364,466
	Aço	1038,20	0,798
	Chapa de madeira	5,64	0,062
	Painéis da pista - casa	-	3,352
	Total	6112,92	1508,112
CONVENCIONAL	Areia	0,08	7,567
	Brita	0,02	2,624
	Cimento Portland	785,88	39,035
	Cal Hidratada	439,42	0,241
	Bloco cerâmico 6 furos	4319,57	32,384
	Aço	238,05	0,183
	Madeira MDF	5,49	0,008
	Madeira Serrada	3,22	0,020
	Total	5791,73	82,062

Fonte: Os autores

O total gerado pelo uso dos equipamentos na execução dos sistemas está apresentado na Tabela 4. Não está incluído na pesquisa o valor de mão de obra por não apresentar diferença na qualificação do trabalhador entre os dois sistemas estudados e nem significância na quantidade.

Tabela 4 – Cálculo do total de CO_2 gerado na execução (ECO_2E)

	Equipamento utilizado	Horas de utilização	Total de kWh	Total em MJ	ECO_2E
CASA EXPRESS	Betoneira Fischer 400 L	23,56	35,34	127,22	4,580
	Vibrador EP-VE35	3,64	2,11	7,60	0,274
CONV.	Betoneira Fischer 400 L	3,81	5,72	20,57	0,741

Fonte: Os autores

Para a etapa operacional, a Tabela 5 resume o total de CO_2 gerado no uso de equipamentos para condicionamento artificial na habitação. Excluiu-se a fase de manutenção da edificação.

Tabela 5 – Total de CO_2 gerado na fase operacional da habitação (ECO_2O)

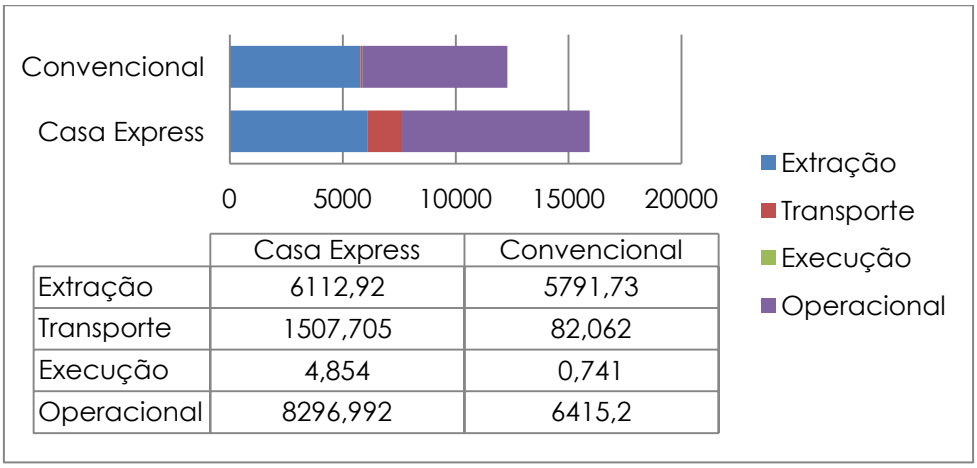
	Total do uso de ar condicionado (kWh/mês/m²)	Total do uso de equipamentos (kWh/mês/m²)	Total de kWh/mês/m²	Total de kg CO_2/mês/m²	ECO_2O (50 anos)
CASA EXPRESS	7,32	3,35	10,67	0,38	8296,99
CONVENCIONAL	4,9	3,35	8,25	0,30	6415,20

Fonte: Os autores

O uso expressivo de concreto armado ocasionou um aumento do valor da transmitância do sistema inovador, mas também proporcionou um aumento da capacidade térmica, sendo favorável neste ponto. Porém, também foi responsável pelo aumento de emissões de CO_2 em todas as fases analisadas, especialmente na fase de extração e processamento das matérias-primas, já que o aço e o cimento possuem alto valor de CO_2 incorporado.

O total da quantidade de emissão de CO_2 (ECO_2TOT) por sistema construtivo e por cada fase analisada está apresentado na Figura 5.

Figura 5 – Total de CO_2 gerado nas fases analisadas



	Casa Express	Convencional
Extração	6112,92	5791,73
Transporte	1507,705	82,062
Execução	4,854	0,741
Operacional	8296,992	6415,2

Fonte: Os autores

Dessa forma, os motivos que desfavoreceram o sistema Casa Express foram: (1) na fase de extração com o elevado uso de cimento e aço; (2) na fase de transporte por conta da grande distância de transporte das lajotas cerâmicas; (3) na fase de execução o maior uso de equipamentos para concreto armado e transporte dos painéis; e, por fim, (4) na fase operacional, o sistema de vedação com menor valor de resistência térmica favorece a passagem de calor aumentando o uso de equipamentos para condicionamento artificial.

5 CONCLUSÕES

A quantidade de emissões de CO_2 em todas as fases avaliadas do sistema Casa Express foi superior ao sistema convencional, com uma diferença total de 33%.

Em relação ao desempenho térmico, há atendimento à norma, para a cidade de Teresina, para os valores de capacidade térmica, enquanto que em relação à transmistância apenas o sistema convencional consegue atender.

O total de emissões de CO_2 apresentou uma correlação com o desempenho térmico na fase operacional. Como observado no sistema Casa Express, o alto valor de transmitância térmica requereu maior consumo energético de equipamentos para condicionamento artificial, elevando o valor das emissões de CO_2. Portanto, o sistema deve ser cuidadosamente escolhido para dada localidade e contribuir para melhor sustentabilidade da edificação e conforto do usuário.

Recomenda-se para estudos futuros a avaliação do desempenho térmico e ambiental de outros sistemas de vedação vertical como também a utilização de outros indicadores ambientais além das emissões de CO_2.

REFERÊNCIAS

Agência de Desenvolvimento Habitacional. **Teresina: ADH**, atualizada em: 03/07/2013; Disponível em: <http://www.adh.pi.gov.br /index.php> . Acesso em: 08/07/2013.

AMANCIO, R. C. A.; FABRICIO, M. M. Avaliação técnica do produto de construção inovador: contexto brasileiro e internacional. In: FABRICIO, M. M.; ONO, R (Ed.). **Avaliação de Desempenho de Tecnologias Construtivas Inovadoras** – Manutenção e percepção dos usuários. Porto Alegre: ANTAC, 2015. p. 13-26.

ABNT Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15220-2**. Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15220-3**. Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15.575-1**. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho – Parte 1: Requisitos. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15.575-4**. Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos - Desempenho – Parte 4: Sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR ISO 14040**. Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2009a.

ATMACA, A.; ATMACA, N. Life cycle energy (LCEA) and carbon dioxide emissions ($LCCO_2A$)assessment of two residential buildings in Gaziantep, Turkey. **Energy and Building**, v. 102, p. 417-437, 2015.

BRASIL. Empresa de Pesquisa Energética EPE. **Balanço Energético Nacional 2015 ano base 2014**. Brasil, 2015.

CABEZA, L. F.; RINCÓN, L.; VILARIÑO, V.; PÉREZ, G.; CASTELL, A. Life cycle assessment (LCA) and life cycle energy analysis (LCEA) of buildings and the building sector: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**. v. 29. p. 394-416. 2014.

DESIGNBUILDER. **Site oficial do software Design Builder**. Disponível em: <http://www.designbuilder.co.uk/content/view/7/13/>. Acesso em 04/12/2015

DIRETRIZ SINAT DATec nº 009b – "**Painéis pré-moldados mistos de concreto armado e blocos cerâmicos para paredes - CASA EXPRESS**", publicada em junho de 2014.

IBGE. Censo Demográfico 2012. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em 10/10/2015.

MAZZAROTTO, A.; FERNANDES, V; TAVARES, S. Influência do desempenho térmico das fachadas nas emissões de CO_2, na fase operacional, em edifícios de escritórios em Curitiba. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13, 2010, Canela. **Anais do XIII ENTAC**. Canela. ANTAC 2010. p.1-10.

NABUT NETO, A. C. **Energia Incorporada e emissões de CO_2 de fachadas. Estudo de caso do *steel frame* para utilização em Brasília, DF.** Dissertação de Mestrado em Estruturas e Construção Civil, Publicação E.DM-009A/11, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 117 p. 2011.

PAULSEN, J.; SPOSTO, R. A life cycle energy analysis of social housing in Brazil: Case study for the program "MY HOUSE MY LIFE". **Energy and Building** (Online), v. 57, p. 95-102, 2013.

PEDROSO, G. M. **Avaliação de ciclo de vida energético (ACVE) de sistemas de vedação de habitações**. Tese de Doutorado em Estruturas e Construção Civil, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, DF, 226p, 2015.

SILVA, V. G.; SILVA, M. G. Seleção de materiais e edifícios de alto desempenho ambiental. In: GONÇALVES, J. C. S.; BODE, K. **Edifício Ambiental**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. Cap. 5. p. 129-151.

TAVARES, S. LAMBERTS, R. CO_2 embutido em edificações residenciais brasileiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, 2008, Fortaleza. **Anais do XII ENTAC**. Fortaleza. ANTAC 2008. p. 1-10.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energético de edificações residenciais brasileiras**. Tese de doutorado, PPGEC, UFSC, Florianópolis, SC, 2006.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SIMULACIÓN CAMBIO CLIMÁTICO Y EDIFICACIÓN: EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA APLICADA A UN PROGRAMA HABITACIONAL EN MONTEVIDEO[1]

LÓPEZ SALGADO, María Noel (1); PICCIÓN, Alicia (2)

(1) UdelaR, FADU, IC, DECCA e-mail: marialop@farq.edu.uy (2) UdelaR, FADU, IC, DECCA apiccion@farq.edu.uy

RESUMO

En Uruguay, desde 2012 existe la obligatoriedad de incorporar criterios de sustentabilidad ambiental en programas públicos de vivienda. El objetivo de este artículo fue, cuantificar estrategias de diseño, en el marco de cambio climático en función de los costos económicos asociados al diseño arquitectónico, a partir de consumos energéticos. Se simularon con Energy Plus modelos de viviendas con distintos diseños para los escenarios de emisiones A2 y B2 para 2020 y 2050. Debido a las previsiones de aumento de temperatura de bulbo seco, las construcciones ambientalmente sostenibles serán las que manejen estrategias de diseño para: período caluroso (protecciones solares en cerramientos vidriados, sombreamiento y ventilación natural) y frío (bajas transmitancia térmica de la envolvente y control de infiltraciones), siendo el manejo de los flujos de energía en el tiempo fundamental debido al aumento de eventos extremos. Las estrategias de diseño más ambientalmente sostenibles (ventilación natural, protecciones solares y masa térmica aislada), suponen una inversión inicial mayor, pero amortizable en cinco años.

Palavras-chave: Simulación. Vivienda. Cambio climático.

ABSTRACT

Since 2012 in Uruguay, there is an obligation to incorporate environmental sustainability criteria in public housing programs. The aim of this article was to quantify design strategies in the context of climate change, in terms of the economic costs associated with architectural design, from energy consumption. They were simulated with Energy Plus models of houses with different designs for scenarios A2 and B2 emissions, by 2020 and 2050. Due to the expected increase of dry bulb temperatures, environmentally sustainable buildings will be those that manage design strategies for: hot period (sunscreens in glass enclosures, shading and natural ventilation) and cold period (low thermal transmittance of the envelope and seepage control), the management of energy flows in the critical time, due to the increase in extreme events. Strategies for more environmentally sustainable design (natural ventilation, solar shading and thermal mass isolated), pose a greater initial investment, but they should amortized over a five years period.

***Keywords**: Simulation. Housing. Climate change.*

1 LÓPEZ SALGADO, María Noel; PICCIÓN, Alicia. Simulación cambio climático y edificación: evaluación ambiental estratégica aplicada a un programa habitacional en Montevideo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta una parte del trabajo de tesis de maestría referido al instrumento de planificación denominado Evaluación Ambiental Estratégica (EAE), su aplicación al programa de viviendas 'Precio, Proyecto y Terreno' (PPT), desarrollado por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA), en el área metropolitana de Montevideo, en la década del 90, a partir del análisis de alternativas de diseño por simulación. Pretende brindar a los decisores, presentando los costos económicos y energéticos asociados al diseño arquitectónico.

1.1. Evaluación Ambiental Estratégica

La EAE consiste en un proceso formal, sistemático y global para evaluar las posibles repercusiones ambientales de las propuestas de políticas, planes y programas durante su proceso de elaboración. Se parte de la EAE aplicada al programa habitacional: Precio, Proyecto y Terreno, aportando datos fundamentalmente para el modelo de evaluación. Luego de determinar los indicadores se concluyó que refieren básicamente al entorno, siendo algunos de ellos muy globales y sin diferencias significativas. Por este motivo es que se entiende fundamental analizar las estrategias bioclimáticas aplicadas en cada uno de los conjuntos.

1.2. Cambio climatico y edificación

"Cambio climático" es un cambio en el clima, atribuido directa o indirectamente a la actividad humana, que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural, observada durante períodos de tiempo comparables (ICC, 2001).

La relación entre clima y confort (De Dear et al, 2002) está largamente estudiada, pero es fundamental conocer las tendencias climáticas esperables.

La comunidad científica internacional describe las variaciones climáticas que, con cierta probabilidad, pueden ocurrir bajo diversas hipótesis de evolución socio-económica global, como **escenarios climáticos.** Son descripciones de realidades posibles bajo diferentes senderos de desarrollo e incertidumbres de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Los escenarios son: **A1: globalización, énfasis en riqueza humana:** Globalizado, intensivo; **A2: regionalización, énfasis en riqueza humana:** Regional, intensivo; **B1: globalización, énfasis en la sostenibilidad ambiental y equidad:** Globalizado, extensivo (desarrollo sostenible) y **B2: regionalización, con énfasis en sostenibilidad y equidad:** Regional, extensivo. En el escenario con mayor reducción de emisiones (B1) el intervalo probable de dicho aumento es entre 1,1 y 2,9 °C, siendo la estimación óptima 1,8 °C y para el escenario con mayores emisiones futuras (A2) el intervalo probable es 2,0 a 5,4 °C y la estimación óptima 3,4 °C" (MVOTMA, 2010.)

Cuando se comienza a pensar en lo local: Uruguay, área metropolitana, aumenta la incertidumbre, a los efectos de pensar en planificación de territorio y diseño es sumamente importante tener una idea de hacia dónde se dirige el clima porque impactara en el confort de los usuarios.

En el sudeste de América, que incluye al territorio uruguayo, la evolución de la temperatura media anual en el periodo 1901 al 1995 muestra una tendencia creciente en el período, configurando un crecimiento de las temperaturas medias anuales de, aproximadamente, 0.3°C, en el sur del Uruguay, durante el último siglo (Bidegain et al., 2005). En los últimos 50 años hubo un aumento en las temperaturas mínimas absolutas, evidenciando un enfriamiento de la época cálida del año, junto con un calentamiento en la época fría (Rusticucci y Renom, 2008). Los modelos climáticos proyectan un aumento de temperatura media entre 2 a 3 °C para nuestra región (Bidegain, 2005). Los demás parametros no se analizan por las dificultades de incorporálos en la simulación y los errores asociados.

A los escenarios hay que incorporarles además las tendencias socioeconómicos. Estas constituyen un conjunto de variables, que describen el estado y tamaño de una sociedad en el futuro, y que toma como base el Modelo de Insumo Producto, herramienta que permite evaluar las interrelaciones e interdependencias existentes entre los diferentes sectores productivos de una economía (Barrenechea, 2009).

El escenario **B2** presentaría una menor dinámica, restricciones al comercio y cierto cuidado de los recursos naturales y el ambiente, con menor aumento de temperatura y variabilidad de precipitaciones y, en síntesis, menor calentamiento global. En cambio, el **A2 es un escenario intermedio,** por su dinámica y uso de recursos naturales, acceso a los mercados internacionales y desarrollo del modelo agroexportador, con alguna intervención para impulsar sectores con alto contenido tecnológico. Las "tasas de crecimiento del 3,7% anual al 2030, por la influencia de las grandes inversiones y expansión agrícola y forestal, que se desaceleran y reducen al 2,1% anual, al final del horizonte de prognosis en el Escenario A2, mientras que se ubican en 2,3% y 1,4%, respectivamente, en el Escenario B2" (Barrenechea, 2010).

1.3 Programa Habitacional: precio proyecto terreno , PPT

Se construyeron más de 4000 viviendas, unos 85 conjuntos habitacionales por este programa. En los PPT, el Estado decide, en primer instancia, las posibles localizaciones, pero para la elección de un proyecto es el menor precio el que prima. Se definieron cuatro tipos edificatorios básicos que reúnen parámetros energéticos diferenciados: torre (edificios de más de 4 pisos con ascensor, donde predomina la altura sobre las demás dimensiones); torre tira (edificios de más de 4 pisos con ascensor en donde la altura y la longitud predominan); y viviendas individuales aisladas. Los tipos edificatorios tienen el siguiente porcentaje de representación: Torre (96%); Torre-tira(2%) ; individual-aislada (2%). Como se desprende de los porcentajes el tipo torre, tiene mayor representatividad en la producción de viviendas de esta década, presenta

un porcentaje de huecos cercano al 40%, siendo la orientación predominante de los conjuntos la NO. La vivienda individual y la torre tira fueron desechadas como tipo por su baja representatividad. La tipo torre tiene dos dormitorios, un estar, un baño y una cocina

A su vez, dentro de los tipos se definen dos tipologías de vivienda que corresponden a: apartamentos mono-orientados y apartamentos doblemente orientados. Se tomaron los datos climáticos (temperatura interior en estares y dormitorios y temperatura exterior y humedad relativa exterior e interior) de las tipologías edilicias más representativas así como la evaluación de consumo de energía en climatización, tomando los datos del proyecto de Pautas de diseño bioclimáticas para un clima complejo (Picción, et al, 2008).

2 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

2.1 Definiciones de bases climáticas: definición del escenario 0: 2010 y de los escenarios 2020 y 2030.

Se analizaron las **bases climáticas** de: la Dirección Nacional de Meteorología (DNM) y del Programa de simulación Energy Plus, pero se descartó la base climática de este último, por no disponer de datos del área metropolitana de Montevideo (valores horarios de la variable climática: temperatura, humedad relativa, etc). Manejar los datos del programa solo de Montevideo no es coherente con la concepsión teórica que se propone. Por lo tanto se trabaja con las medias del período caluroso y del período frío a la que se le suma las variaciones proyectadas para los distintos escenarios de acuerdo a Belcher et al 2015.

Se recopilaron los datos climáticos para la ciudad de Montevideo, a partir de las normales meteorológicas de la DNM. Estos conformaron la base de datos ambientales del año "0", que de ahora en más, para este artículo, corresponde al año 2010. Posteriormente se seleccionaron los escenarios de emisiones: A2 y B2 (IPCC 2001), de acuerdo al mayor o menor compromiso ambiental de la sociedad y desarrollo económico.

2.2 Determinación de la muestra y modelos de simulación

En el período de estudio se construyó por este programa habitacional 4485 viviendas; es decir, un total de 85 conjuntos. Se partió de la selección realizada por estudios previos *(*Picción, et al, 2008).

De la muestra original del trabajo de investigación *op cit*, para este artículo se tomó en consideración los **75 conjuntos de Montevideo, constituyendo un total de 2382 viviendas.** Se definieron cuatro tipos edificatorios básicos y se eligió el tipo torre.

Se estratificó la muestra aleatoriamente, a fin de que los elementos muéstrales, o unidad de análisis, posean un determinado atributo; en este caso, proyectos con tipologías en torre. La **asignación es proporcional al**

tamaño del estrato en la población total; para un nivel de confianza del 90%, y un error de ±10%, se eligieron 6 edificios de tipo torre (ver figura 1). se ajustó el modelo físico con los datos medidos para el año 0. A partir de los modelos ajustados es posible prever el comportamiento térmico.

Figura 1. Edificios seleccionados para edificio en altura.



Fuente: Modificado de Picción et al, 2008

A partir de la sistematización y el análisis de la tipología torre reales, se confeccionan dos modelos: uno simplemente orientado y otro doblemente orientado (Picción, et al , 2008). El "modelo" es una simplificación energéticamente ponderada de la tipología torre, que se introduce en el programa. Se plantean para la simulación cuatro variantes del mismo: doblemente orientado (posee por lo menos dos paredes expuestas al exterior); simplemente orientado (tiene una pared expuesta al exterior, ver figura 2) y los denominados modelos ideales (doblemente y simplemente orientados).

Los modelos ideales son aquellos a los que se le aplicaron las estrategias de diseño, con criterios ajustados para lograr los menores consumos de energía eléctrica asociados, para el año base. Según Picción et al 2008, estos son:.

Modelo ideal doblemente orientado (MID1-DO)

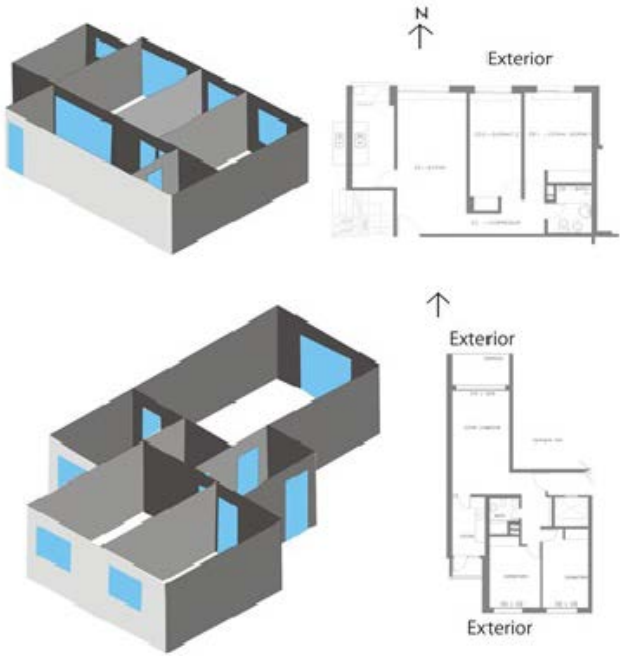
1- **Porcentaje de área de huecos: 30% -** se considera área de cerramiento vidriado / área de fachada total *100.
2- **Transmitancia térmica del cerramiento vidriado:** doble vidriado hermético - U=3.16 W/m^{2}K y factor solar 0.77.
3- **Transmitancia térmica del cerramiento opaco:** para una masa M= 400 Kg/m^2 - U= 0.70 W/m^{2}K
4- **Orientación solar:** Norte, para mayor porcentaje de área de la vivienda.
5- **Color exterior de la fachada**: oscuro, absortancia a=0.90
6- **Protección solar:** Exterior móvil, activada automáticamente a los 25ºC.
7- **Área expuesta:** piso intermedio (no techo, ni piso expuesto)
8- **Densidad de ocupación:** alta (12KWh/m^2)
9- **Uso**: ocupación de 12 hs, de lunes a viernes, y 24 hs fines de semanas.

Para el modelo ideal simplemente orientado(MID2 –SO) las estrategias son:

1. **Porcentaje de área de huecos: 30% a 40%**
2. **Transmitancia térmica del cerramiento vidriado:** doble vidriado hermético - U=3.16 W/m^{2}K y factor solar 0.76.
3. **Transmitancia térmica del cerramiento opaco:** para una masa M= 400 Kg/m^2 - U= 0.70 W/m^{2}K
4. **Orientación solar:** Norte, para mayor porcentaje de área de la vivienda
5. **Color exterior de la fachada:** oscuro, absortancia=0.9

6. **Protección solar:** Exterior móvil, activada automáticamente a los 25ºC.
7. **Área expuesta:** piso intermedio (no techo, ni piso expuesto)
8. **Densidad de ocupación espacio:** baja (6Kwh/m2)
9. **Uso**: ocupación de 12 hs, de lunes a viernes, y 24 hs fines de semanas.

Figura 2. Modelos de simulación: simplemente orientado (superior) y doblemente orientado (inferior)



Fuente: Picción, et al 2008

2.3 Simulación de modelos para los escenarios: base, y escenarios climáticos del ICC A2 y B2, para los años 2020 y 2050,

Para simular los distintos modelos es necesario generar las bases. Se parte de las características climáticas actuales (2010, se considera año base). Para estos se analizaron dos bases de datos: 1. Dirección Nacional de Meteorológica, de acuerdo a las Normales climáticas del 1961-1990, que son los del último periodo de referencia, a nivel internacional disponible; 2. Base meteorológica del Programa de Simulación Energy Plus**.**

Según la clasificación climática (Köppen, 1936), a Uruguay le corresponde la nomenclatura Cfa; C por ser templado húmedo; f, debido a que tiene precipitaciones durante todo el año; a, porque la temperatura del mes más cálido es superior a 22ºC. Esta investigación toma como referencia al área metropolitana de Montevideo. Según la norma de Zonificación Climática (UNIT, 1999), se divide en tres zonas climáticas al Uruguay, a saber: Zona II b, Cálida, Zona III b, Templada cálida y Zona IV, Templada fría. Para establecer las características climáticas locales del área de estudio se consideró las Normales Climatológicas de Uruguay de 1961-1990 (DNM, 1996), para las estaciones meteorológicas de Prado y Carrasco, por ser estas las más próximas a la ubicación de los casos estudiados. Si bien es importante la

variabilidad climática para analizar el clima de Montevideo, esta característica está representada, en parte, por la amplitud térmica diaria y anual que presenta el clima. Montevideo se localiza en la zona sur del país, en la latitud -34°50', la longitud 56°12W y la altitud es de 16.27 m, sobre el nivel del mar.

Tabla 1. Datos del clima del área metropolitana, para base 0

Área metropolitana de Montevideo		
	p.caluroso: dic,ene,feb y mar	***p.frío: abr,may,jun,jul,ago ,set,oct,nov***
TMED	21.8	14.0
TX	38.9	31.3
TN	9.2	1.3
TXM	26.8	18.3
TNM	17.1	9.8
HR	69.9	76.4
P	1012	1017
HS	262.1	186.2
PV	18.2	12.3
VEL	4.9	4.6
RR	93.1	90.9
FRR	6.3	6.6

Fuente: Modificado DNM, 1996

TMED= temperatura media mensual (°C)
P=presión atmosférica (hPa)
TX=temperatura máxima absoluta mensual (°C)
HS=tiempo insolación directa, acumulada por mes (hs)
TN=temperatura mínima absoluta (°C)
PV=presión de vapor, media mensual (hPa)
TXM= temperatura máxima media (°C)
V=velocidad del viento horizontal, media mensual (m/s)
TNM= temperatura mínima media (°C)
RR=precipitaciones acumuladas por mes, media mensual (mm)
HR= humedad relativa media mensual (%)
FRR=días con precipitaciones mayores o igual a 1mm

La tabla 1 muestra la síntesis de los datos ambientales correspondientes al área metropolitana de Montevideo. Si se considera que el rango de confort térmico para Montevideo sería de 18 a 24°C, para invierno, y 20 a 27°C, para verano, se puede observar que las temperaturas medias exteriores que más se alejan de estos rangos, son la que corresponden al período frío .

Paralelamente se analiza la base climática del programa de simulación computacional Energy Plus, tomando un día representativo del período frío y otro, del caluroso. Pero estos datos no son posibles de compararlos con los datos de la base de la DNM porque son solo para Montevideo, por lo que se descarta su utilización. Se elige al Energy Plus 2.0.0, por ser un software, reconocido ampliamente; además, de tener antecedentes en la evaluación de edificaciones en contexto de cambio climático (Jentsch et al, 2008). Es un programa de simulación térmica y energética de edificios desarrollado por DOE (Department of Energy, Estados Unidos), que trabaja en régimen

dinámico y permite interrelacionar las prestaciones de los sistemas energéticos con las características de la envolvente del edificio.

El programa puede tomar como base climática de simulación, el año entero, o seleccionar un día de diseño representativo de cada época del año. Debido a la escasez e incertidumbre de datos que se cuenta, se optó por esta última opción. Se selecciona el día más cálido y más frío de la base climática y se lo presenta en tabla 2. Se sistematizan, además, los parámetros que se requieren para construir la base climática.

Los escenarios que se simularan son los definidos por el IPCC (2001): el A2 (2020 y 2050), que supone una alta producción de gases de efecto invernadero y con un fuerte desarrollo en bloques regionales; y el B2 (2020 y 2050), que supone una emisión más moderada de gases de efecto invernadero y con una fuerte interacción comercial regional.

Se observan diferencias entre los modelos, aunque todos muestran una sobreestimación de la temperatura media anual, en la mayor parte de la región analizada (Camilloni y Bidegain, 2005). La temperatura anual puede subir, para el 2020, entre 0.2 y 1.0ºC y hasta 2.0ºC, por el 2050, en el escenario A2. Para el escenario B2 se estima un aumento de entre +0.2 y 0.9 ºC, para el 2020, y 1.0ºC y 1.6ºC, para el 2050 (Camilloni y Bidegain, 2005). Utilizando técnicas de reducción de escala espacial ("downscaling") estadística, aumentando la incertidumbre de las proyecciones, Bidegain (2010), establece las consideraciones de simulación a la escala del área metropolitana de Montevideo (tabla 2). Belcher et al (2005) han desarrollado una metodología para la transformación de datos climáticos para los escenarios del cambio climático. La metodología básica subyacente para el nuevo archivo consta de tres algoritmos diferentes, dependiendo del parámetro a cambiar:

$$x = x0 + \Delta xm \quad (1)$$

donde, x es el valor que toma la variable en el clima futuro, x0 es el valor original, o valor presente, y Δxm es el cambio absoluto mensual que toma la variable.

En el caso del área metropolitana de Montevideo no se dispone de valores horarios de la variable climática. en condiciones de cambio climático. Por los niveles de precisión se trabaja con las medias del período caluroso y del período frío, a la que se le suma las variaciones proyectadas para los distintos escenarios (ver tabla 2). Para la construcción de la base climática del año 0, se tomaron las temperaturas máximas y mínimas diarias absolutas de la DNM, para el período frío y caluroso, para Prado y Carrasco. Para los escenarios A2 e B2, en los horizontes 2020 y 2050, se le sumó al valor que toma la variable temperatura, en el año 0, un Δxm, que es el incremento de temperatura y precipitaciones, de acuerdo a la tabla 2, a partir de predicciones de Bidegain (2010 op cit).

Tabla 2. Condiciones de simulación para los distintos escenarios.

		Carrasco				*Prado*			
	Datos que se te tomaron para ingresar de acuerdo estadísticas climatológicas	2020	2020	2050	2050	2020	2020	2050	2050
		A2	B2	A2	B2	A2	B2	A2	B2
verano	Temperatura máxima absoluta(tx periodo)	39.51	39.52	40.22	40.13	39.64	39.65	40.34	40.25
	temperatura máxima media menos temperatura minima media ((txm - tnm) periodo)	9.45	9.45	9.45	9.45	10.03	10.03	10.03	10.03
	HR en realción a temp. Tx	71	71	71	71	69	69	69	69
	Presión media mensual (P periodo)	1012.2	1012.2	1012.2	1012.2	1012.1	1012.1	1012.1	1012.1
	velocidad del viento horizontal media mensual periodo	5.85	5.85	5.85	5.85	5.65	5.65	5.65	5.65
	dirección de viento predominante diciembre	ESE - 135º	ESE - 135º	ESE - 135º	ESE - 135º	ESE - 135º	ESE - 135º	ESE - 135º	ESE - 135º
	frecuencia de días con precipitaciones en diciembre (FRR)	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60	4.60
	precipitaciones (PRR) mm	3.08	3.08	3.16	3.10	3.08	3.08	3.16	3.10
invierno	Temperatura minima absoluta (tn periodo)	3.34	3.34	3.94	3.86	0.49	0.49	1.08	1.01
	temperatura máxima media menos temperatura minima media ((txm - tnm) periodo)	8.76	8.76	8.76	8.76	8.26	8.26	8.26	8.26
	HR en realción a temp. Tx	57.00	57.00	57.00	57.00	63.00	63.00	63.00	63.00
	Presión media mensual (P periodo)	1016.69	1016.69	1016.69	1016.69	1016.46	1016.46	1016.46	1016.46
	velocidad del viento horizontal media mensual periodo	3.85	3.85	3.85	3.85	3.64	3.64	3.64	3.64
	dirección de viento predominante periodo	NE - 45º	NE - 45º	NE - 45º	NE - 45º	NE - 45º	NE - 45º	NE - 45º	NE - 45º
	frecuencia de días con precipitaciones en periodo (FRR)	6.20	6.20	6.20	6.20	6.50	6.50	6.50	6.50
	precipitaciones (PRR)	3.23	3.20	3.31	3.25	3.31	3.31	3.31	3.31

Fuente: Elaboración personal

2.4 Estudio de metodologías de evaluación de costos y cuantificación social y económica

Se cuantificaron las variantes de diseño para los modelos, a partir de la cuantificación de la mitigación de gases GEI e intensidad energética. Se cuantificaron económicamente las modificaciones de un determinado diseño arquitectónico. Para los análisis económicos (Carlo, 2009; Barrenechea, 2009) se elige: las medidas de conservación de energía (MCE), ecuación 2.

$$CEC = (TCC / \Delta E).\{d / [1-(1+d)^{-n}]\} \quad (2)$$

donde,
TCC = costo total de la MCE ($);
ΔE = energía economizada (MWh);
N = vida útil de la MCE (años);
D = tasa de descuento (adimensional).

3 RESULTADOS

La simulación mediante el programa Energy Plus 2.0.0, de los modelos tipológicos (simplemente orientado, doblemente orientados e ideales) y los escenarios previamente establecidos, determinó la intensidad energética (kWh/m^2). Es decir, el consumo de energía eléctrica por área, para mantener un rango de confort térmico de 18ºC a 27ºC (tabla 3). Este rango se toma a partir de antecedentes de investigación donde se determinó el rango de confort térmico para Montevideo, Picción et al (2010). Si se gráfica el

consumo de energía para refrigeración se observa que todos los modelos tendrán un aumento en el mismo, para los distintos escenarios. Este crecimiento presenta una pendiente positiva, en todos los modelos (tabla 3).

Tabla 3. Matriz de simulaciones período caluroso

Matriz de simulaciones - PERIODO CALUROSO

escenarios	base			A2					
	2010			2020			2050		
Modelos de vivienda	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración
Unilateral	11.1	11.3	11.2	12.0	12.1	12.1	12.9	13.0	13.0
Doblemente orientado	10.1	10.3	10.2	10.9	11.1	11.0	11.8	11.9	11.8
Modelo ideal unilateral	8.6	8.7	8.7	9.4	9.5	9.4	10.2	10.3	10.2
Modelo ideal doblemente orientado	8.9	9.0	8.9	9.5	9.7	9.6	10.4	10.5	10.5

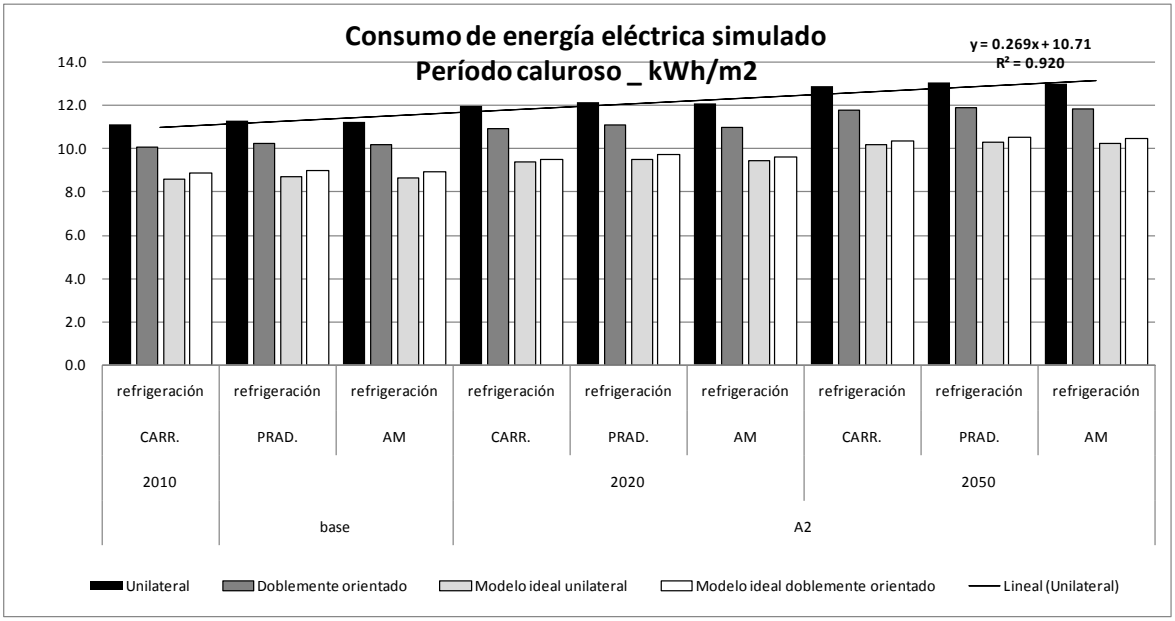
escenarios	base			B2					
	2010			2020			2050		
Modelos de vivienda	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración
Unilateral	11.1	11.3	11.2	12.0	12.2	12.1	12.8	12.9	12.8
Doblemente orientado	10.1	10.3	10.2	10.9	11.1	11.0	11.7	11.8	11.7
Modelo ideal unilateral	8.6	8.7	8.7	9.4	9.5	9.5	10.1	10.2	10.1
Modelo ideal doblemente orientado	8.9	9.0	8.9	9.6	9.8	9.7	10.3	10.4	10.4

Fuente Elaboración personal

Para todos los modelos se observa un incremento ascendente en el consumo de energía para refrigeración, que es coherente con el aumento de las temperaturas exteriores. Para el escenario A2 ,un modelo unilateral se pasa de 11.2 kWh/m2, para escenario base; a 13 kWh/m2, para el A2 2050. Para los modelos ideales, en todos los escenarios, tienen menos consumo de energía y, por ende, menores emisiones que los otros modelos tipológicos por su diseño ajustado.

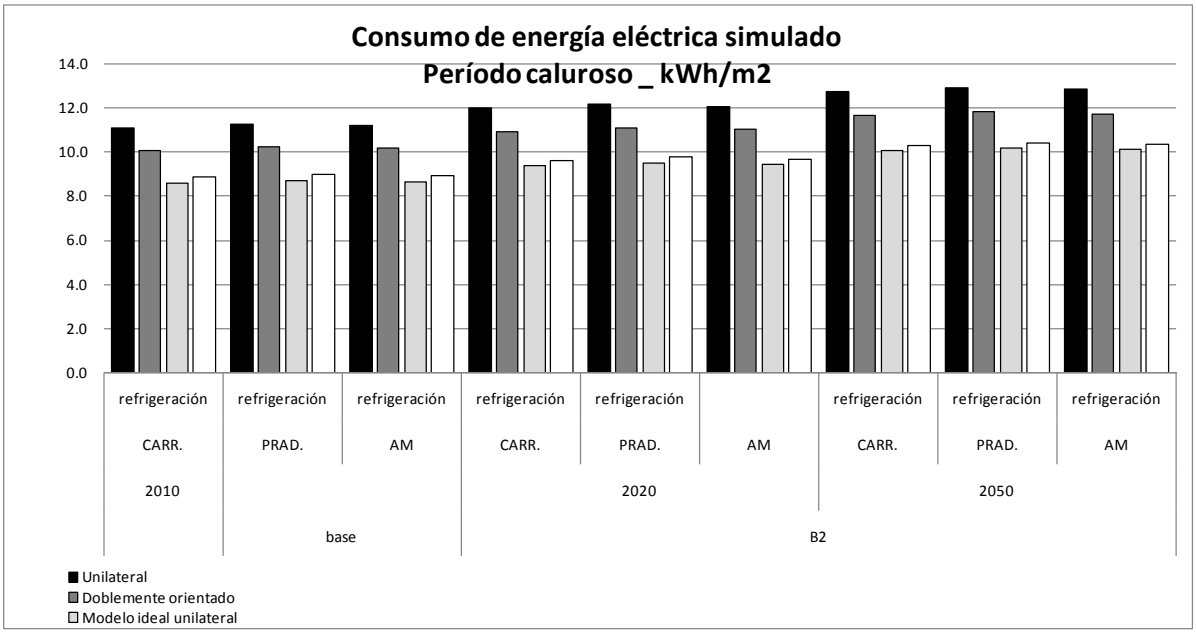
Para A2 y B2 (figuras 3 y 4), no hay diferencias significativas en los consumos por modelo tipológico y el incremento en el consumo de energía en refrigeración, en 40 años, sería promedialmente de 1.2 kWh/m2.

Figura 3. Consumo de energía en refrigeración escenario A2



Fuente: Elaboración personal

Figura 4. Consumo de energía en refrigeración escenario B2



Fuente: Elaboración personal

Tabla 4. Matriz de producción de TonCO2/m2/kWh período caluroso

Matriz de simulaciones

Producción de CO2 en ton cada 100 m2 /kWh

Modelos de vivienda	escenarios	base			A2					
		2010			2020			2050		
		CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración
	Unilateral	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	Doblemente orientado	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
	Modelo ideal unilateral	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
	Modelo ideal doblemente orientado	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Modelos de vivienda	escenarios	base			B2					
		2010			2020			2050		
		CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM	CARR. refrigeración	PRAD. refrigeración	AM refrigeración
	Unilateral	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
	Doblemente orientado	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07
	Modelo ideal unilateral	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06
	Modelo ideal doblemente orientado	0.05	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06

Nota:Para el cálculo de la reducción de emisiones se trabajó con un factor de conversión de 0,575 ton CO2/MWh. Esta factor se ha utilizado como referencias para los más recientes proyectos MDL desarrollados en Uruguay.
Fuente informe proyecto EE abril, 2010

Fuente: Elaboración personal

En lo que refiere al vínculo entre consumo de energía y emisiones de CO2 asociadas, en la tabla 4 se observa que los GEI, para una vivienda, son básicamente no significativas, pero, si se considera todo el parque habitacional, comienza a pesar.

Tabla 1. Matriz simulaciones de energía período frío.

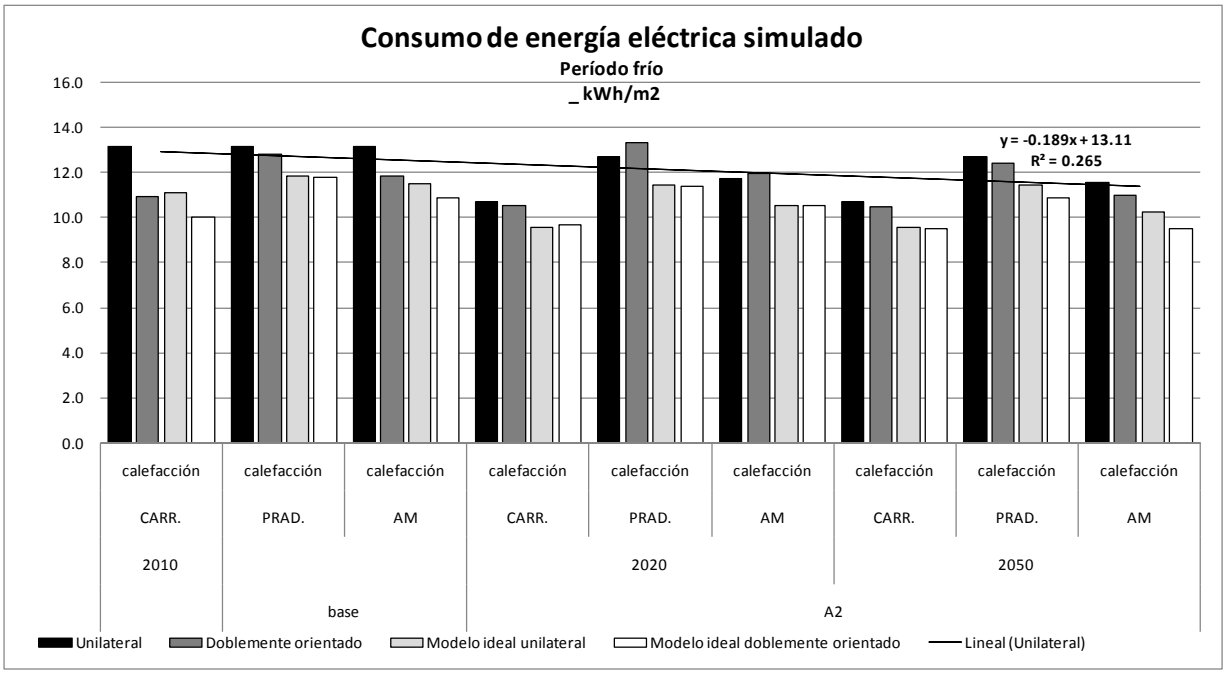
escenarios	base			A2					
	2010			2020			2050		
Modelos de vivienda	CARR. calefacción	PRAD. calefacción	AM calefacción	CARR. calefacción	PRAD. calefacción	AM calefacción	CARR. calefacción	PRAD. calefacción	AM calefacción
Unilateral	13.1	13.1	13.1	10.7	12.7	11.7	10.7	12.7	11.6
Doblemente orientado	10.9	12.8	11.9	10.5	13.3	11.9	10.5	12.4	11.0
Modelo ideal unilateral	11.1	11.8	11.5	9.6	11.5	10.5	9.6	11.5	10.2
Modelo ideal doblemente orientado	10.0	11.8	10.9	9.7	11.4	10.5	9.5	10.9	9.5

escenarios	base			B2					
	2010			2020			2050		
Modelos de vivienda	CARR. calefacción	PRAD. calefacción	AM calefacción	CARR. calefacción	PRAD. calefacción	AM calefacción	CARR. calefacción	PRAD. calefacción	AM calefacción
Unilateral	13.1	13.1	13.1	10.9	13.7	12.3	10.7	12.7	11.7
Doblemente orientado	10.9	12.8	11.9	10.7	13.3	12.0	10.5	12.4	11.5
Modelo ideal unilateral	11.1	11.8	11.5	10.9	13.7	12.3	9.6	12.7	11.2
Modelo ideal doblemente orientado	10.0	11.8	10.9	12.3	12.3	12.3	9.7	11.4	10.6

Fuente: Elaboración personal

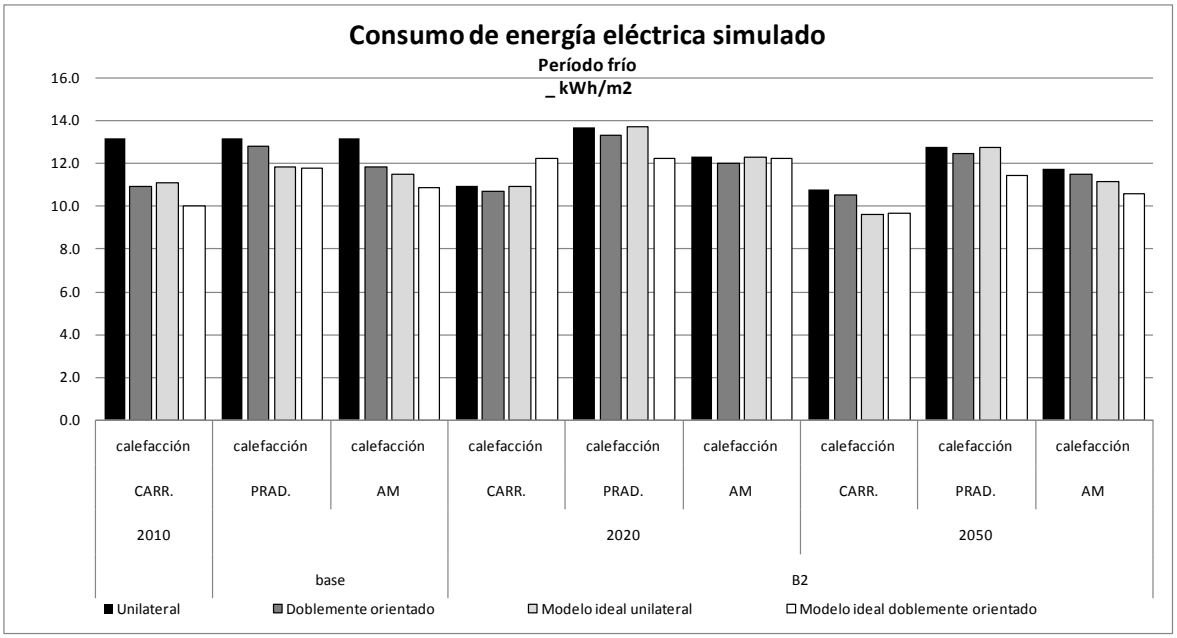
Cuando se analizan, la tabla 5 y las figuras 5 y 6, donde se presentan las simulaciones de consumo de energía eléctrica para calefacción, a partir del indicador de intensidad energética, se desprende que este consumo disminuye. Este decrecimiento se explica por el aumento de las temperaturas exteriores.

Figura 5. Consumo de energía en calefacción escenario A2



Fuente: Elaboración personal

Figura 6. Consumo de energía en calefacción escenario B2



Fuente: Elaboración personal

3.1 Cuantificación económica y social de las variantes de diseño

Los modelos ideales son los que permiten un ahorro mayor de energía (tabla 6). A partir de los cálculos realizados para Montevideo, por Picción y Milicua (2005), se cuantifican las estrategias de diseño como medidas de conservación de energía. Estas son: porcentaje de hueco, **Transmitancia térmica del cerramiento vidriado:** doble vidriado hermético U=3.16 W/m^{2}K y factor solar 0.77 y t**ransmitancia térmica del cerramiento opacos:** U=0.7 W/m^{2}K. Se decide, sustituir el factor de huecos de 40% con vidrios común simple (U=5.5 W/m2K y factor solar 0.83) y optar por tener un vidrio hermético doble, y contar con 3 cm de aislante térmico en paredes exteriores. Se determinaron los costos de la inversión (tabla 6), incluidos mano de obra y aportes sociales:

Tabla 6. Matriz costos económicos de las modificaciones para el ahorro energético

	costo de la MCE c. vidriado	costo sin MCE ventana	diferencia	costo sin MCE muro	costo con MCE muro	TCC =INVERSION
Unilateral		21571		80114		
Doblemente orientado		21571		160228		
Modelo ideal unilateral	29820		8249		100329	108578
Modelo ideal doblemen	29820		8249		200658	208907

Nota : todo en pesos uruguayos

Fuente: Elaboración personal

Si se efectúan todos los costos en forma conjunta (tabla 6) y se analiza solo el ahorro en refrigeración, se determina que estas dos modificaciones al diseño generarían un incremento, en la inversión, de 2% a 5%, para los escenarios A2

y B2, respectivamente. Si se considera todo el año, el ahorro de energía pagaría la inversión y se estaría ahorrando dinero y aumentando las horas de confort térmico.

4 CONCLUSIONES

En los llamados a licitación de este programa habitacional se pondera aspectos de diseño que no son cuantificables. Por este motivo, se simularon modelos de las viviendas con distintas alternativas de diseño, para los escenarios de emisiones A2 y B2.

Las simulaciones pueden dar pistas de los diseños más adecuados para el ahorro de energía y la menor emisión de GEI. Debido a las previsiones de aumento de temperatura de bulbo seco, las construcciones ambientalmente conscientes serán las que manejen estrategias de diseño, tanto del período caluroso (protecciones solares en cerramientos vidriados, sombreamiento y ventilación natural), como del frío (bajas transmitancia térmica de la envolvente y control de infiltraciones), siendo el manejo de los flujos de energía en el tiempo fundamental, debido al aumento de eventos extremos (disponer de masa térmica aislada). La adopción de estos diseños se convierte en una estrategia fundamental para la adaptabilidad al cambio climático. Es un primer intento de selección de diseños con criterios cuantificables. Las estrategias de diseño más ambientalmente sostenibles suponen una inversión inicial mayor, pero amortizable en cinco años.

REFERENCIAS

BARRENECHEA, (2008) (EDITOR). Estudio regional de economía del cambio climático – Sudamérica. Estudio Nacional del cambio climático.

BELCHER, S., HACKER, J. AND POWELL, D. (2005) Constructing design weather data for futureçclimates. Building Services Engineering Research and Technology, 26(1):49–61.

BIDEGAIN, M ET AL (2005). Tendencias Climáticas, Hidrológica y Oceanográficas en el Río de la Plata y Costa Uruguaya. . Libro "El Cambio Climático en el Río de la Plata" Editores: Barros V, A Menéndez, GJ Nagy, III:14:1 7-14 , CIMA, Bs As, Argentina.

BIDEGAIN, M (2010). Estimación de variables climáticas para área metropolitana de Montevideo para escenarios A2 y B2.

CARLO, J (2008). Desenvolvimento de metodologia de avaliação da eficiência energética do envoltório de edificações não-residenciais. Tesis de doctorado, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianopolis.

CAMILLONI I. Y BIDEGAIN M(2005); Capitulo 4 "Escenarios Climáticos para el siglo XXI". Libro "El Cambio Climático en el Río de la Plata". Proyectos AIACC LA32/26.

DE DEAR, R. (2002) Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. Energy and Buildings, v.34, n.6, p 549-561, 2002.

DNM (1996). Normales climatológicas período 1961 - 1990, disponible en: http://www.meteorologia.gub.uy/index.php/estadisticas-climaticas.

IPCC (2001); Cambio Climático: La base científica –Contribución del Grupo de trabajo I al Tercer informe de evaluación. Cuarto informe de evaluación. M.L. Parry, O.F. Canziani, J.P. Palutikof, P.J. van der Linden and C.E. Hanson, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, UK, 116 pp

JENTSCH, ET AL (2008), Climate change future proofing of buildings--Generation and assessment of building simulation weather files, Energy and Buildings, Volume 40, Issue 12

KÖPPEN, W. (1936): Das geographische System der Klimate (Handbuch der Klimatologie, Bd. 1, Teil C).

MINISTERIO DE VIVIENDA ORDENAMIENTO TERRITORIAL Y MEDIO AMBIENTE (MVOTMA) (2010). Plan Nacional de Respuesta al Cambio Climático

RUSTICUCCI. M. Y RENOM M (2008). Variability and trends in indices of quality-controlled daily temperature extremes in Uruguay. International Journal of Climatology .Volume 28, Issue 8 1083 – 1095.

PICCIÓN A. *ET AL* (2008); Pautas de diseño bioclimático. Proyecto presentado al PDT y financiando entre 2006- 2008. Informe final

PICCIÓN A. Y MILICUA S. (2005). Tratamiento de datos climáticos de localidades de Uruguay para evaluación térmica y energética de proyectos y edificios. Informe final

PICCIÓN A. *ET AL* (2010); Estudio de campo sobre las condiciones de confort térmico y visual en edificios de enseñanza públicos en clima templado. Informe final

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

EDIFICACIÓN Y SUSTENTABILIDAD: EVALUACIÓN AMBIENTAL ESTRATÉGICA APLICADA A UN PROGRAMA HABITACIONAL EN MONTEVIDEO[1]

LÓPEZ SALGADO, María Noel (1); PICCIÓN, Alicia (2)

(1) UdelaR, FADU, IC, DECCA e-mail: marialop@farq.edu.uy; (2) UdelaR, FADU, IC, DECCA apiccion@farq.edu.uy

RESUMO

En Uruguay desde 2012 existe la obligatoriedad de incorporar criterios de sustentabilidad ambiental en programas públicos de vivienda. El objetivo principal del trabajo fue ajustar y aplicar la metodología de Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) al programa habitacional 'Proyecto, Precio, Terreno' (PPT) y sus productos, construidos con financiación pública. Se consideraron cuatro principios de desarrollo sustentable determinados por el gobierno: calidad de vida y equidad social, desarrollo económico, preservación de los recursos ambientales y del patrimonio cultural y ordenamiento equilibrado del territorio y se seleccionaron 33 indicadores de sustentabilidad ambiental en las dimensiones ecológica, social y económica. El 73% de los indicadores ambientales elegidos refieren a la localización del programa en el territorio, asegurando que los temas ambientales sean considerados desde el inicio de la formulación del programa. El resto de los indicadores refieren al propio producto y permiten evaluar alternativas de diseño más ambientalmente amigables que otras. Como conclusión se destaca que la EAE se revela como un instrumento prospectivo que incorpora la dimensión ambiental en el proceso de planificación habitacional, pone en el centro de la evaluación al proceso de decisión y ordena las decisiones de una forma sistematizada, estructurada y racional.

Palavras-chave: Evaluación ambiental estratégica. Vivienda. Criterios de sustentabilidad

ABSTRACT

In Uruguay since 2012 there is an obligation to incorporate environmental sustainability criteria in public housing programs. The main objective was to adjust and apply the methodology of Strategic Environmental Assessment (SEA) to housing program 'Project, Price, Land' (PPT) and its products, built with public funding. It considered four principles of sustainable development determined by the government: quality of life and social equity, economic development, preservation of environmental resources, cultural heritage and balanced regional planning. And 33 indicators of environmental sustainability were selected in the ecological, social and economic dimensions. 73% of selected environmental indicators refers to the location of the program in the territory, ensuring that environmental issues are considered from the beginning of program formulation. The rest of the indicators refer to the product itself and allow to assess design alternatives more environmentally friendly. In conclusion it emphasizes that EAE is revealed as a prospective instrument to incorporate the environmental dimension in the process of housing planning, evaluate the decision process and ordering the decisions in a systematic, structured and rational way

1 LÓPEZ SALGADO, María Noel; PICCIÓN, Alicia. Edificación y sustentabilidad: evaluación ambiental estratégica aplicada a un programa habitacional en Montevideo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Strategic Enviromental Assessment. Houisng. Sustainable criteria.*

1 INTRODUCCIÓN

Este artículo presenta una parte del trabajo desarrollado en la tesis de maestría referido a la adaptación del instrumento de planificación denominado Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) para su aplicación al programa de viviendas 'Precio, Proyecto y Terreno' (PPT) desarrollado por el Ministerio de Vivienda y Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente (MVOTMA) en el área metropolitana de Montevideo en la década del 90. Pretende aportar algunas certezas a los decisores a la hora de tomar de medidas en la definición de los programas de vivienda, referidas a desarrollo sustentable y adaptación al cambio climático.

1.1 Politicas habitacionales y Programa: Precio, Proyecto y Terreno

Según el especialista en Políticas habitacionales Di Paula (2008) el sistema habitacional está conformado por los espacios y servicios habitacionales desplegados en dos escalas fundamentales, la vivienda y el hábitat, que deberán ser producidos, distribuidos y consumidos en la casa, el barrio y en la ciudad, por la familia, los vecinos y la sociedad.

Tiene por objetivo atender las debilidades y fortalezas del espacio habitado por un grupo humano para su reproducción biológica, psicológica y social cotidiana, tanto sean asentamientos humanos regulares o irregulares. Las particularidades del sistema habitacional implica un abordaje interfactorial (múltiples causas) interactoral (múltiples representantes sociales y económicos) intersectorial (múltiples organismos del Estado) e interdisciplinario (múltiples campos del conocimiento)(Di Paula, op cit).

La gestión habitacional es muy compleja debido a la multiplicidad de perspectivas de abordaje de la problemática: urbana, jurídica, cultural, política y ambiental. La Política habitacional deberá entonces orientarse a satisfacer las necesidades emergentes de los distintos componentes del sistema habitacional, con aplicación a todo el país, que se irá particularizando en los Planes Quinquenales. En el Plan Vivienda 1995-2000 se desarrolla el programa Precio Proyecto Terreno PPT, donde el Ministerio de Vivienda Ordenamiento Territorial y Medio Ambiente, MVOTMA, decidía las posibles localizaciones para el llamado a construcción de vivienda social (barrio y localidad del país) y los oferentes presentaban un "paquete" a) Un terreno + b) Un ante-proyecto de viviendas para ese terreno + c) Un precio para el terreno y un precio para la construcción de esas viviendas. En ese contexto serán las empresas las que finalmente deciden la localización.

La selección es simplemente económica ya que la oferta de menor precio por metro cuadrado habitable obtiene el máximo puntaje. Otros factores de selección, de menor peso son: *i. Localización, ii. Implantación en el predio* según normativa urbana vigente, *iii. Resolución constructiva; iv. Aspectos funcionales.* Es decir que no se consideran criterios estratégicos ambientales ni indicadores sustentables del proyecto para la selección de las ofertas.

1.2. Evaluación Ambiental Estratégica (EAE)

La Evaluación Ambiental Estratégica (EAE) consiste en un proceso formal, sistemático y global para evaluar las posibles repercusiones ambientales de las propuestas de políticas, planes y programas durante su proceso de elaboración. En Uruguay, a partir de la promulgación de la Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sustentable (LOTDS, 2008) este instrumento estuvo vigente pero sin aplicación en un programa habitacional.

La bibliografía da cuenta de varias metodologías ambientales aplicables a la construcción: evaluación del impacto ambiental (EIA), evaluación ambiental estratégica (EAE), evaluación del ciclo de vida (ACV), análisis posicional (PA), análisis coste-beneficio (CBA), análisis de intensidad material por unidad de servicio (MIPS), material total de análisis de necesidades (TMR), huella ecológica (EF), análisis de exergía y evaluación de riesgos. Uno de los objetivos principales de estos estudios es dar a conocer las consecuencias de las decisiones de los diseñadores durante la fase de diseño (Prek, 2004). Al momento de desarrollar el trabajo los estudios internacionales no muestran un ejemplo de aplicación de EAE a un programa de viviendas. Si bien existen varias metodologías de evaluación en ningún caso se aplicaron a vivienda, la EAE es posible de ser aplicada a un programa de vivienda.

Si bien existen varias propuestas metodológicas de EAE (BID, 2003; Jiliberto, 2009; entre otras) y varios ejemplos de aplicación en América Latina y Europa, no hay consenso sobre "la metodología de aplicación" de la EAE, se utiliza la del MVOTMA que se presenta en la tabla 1.

Tabla 1. Fases de la metodología EAE

Esquema metodológico de la EAE			
	Etapas	**Actividades**	**Alcance**
Fase 1		El marco institucional del plan. Análisis de agentes implicados. Análisis del proceso de planificación. Establecimiento de los objetivos ambientales del plan. Identificación de las opciones ambientales estratégicas de la planificación. Identificación de la dimensión ambiental estratégica del plan. Recomendaciones de procedimiento para otras actividades de la planificación. Programación del proceso de participación. Elaboración del plan de comunicación. Definición de los objetivos de la EAE. Elaboración del documento Marco de la EAE.	Identificar las dimensiones ambientales sectoriales de mayor peso y relevancia
	Alcance de la EAE	Elaboración de la síntesis del documento Marco de EAE del plan (DM-EAE). Consultas de la síntesis del DM-EAE a los agentes y público interesado y comunicación. Considerar las consultas y determinar el alcance de la EAE en el M-EAE.	Todos los agentes implicados en el proceso deben entender el alcance de la EAE en cada una de sus dimensiones. El grado de consenso en las fases de consulta condiciona todo el proceso de EAE.
	Modelo de Evaluación Ambiental	Definición del modelo de evaluación ambiental de opciones alternativas. Definición y desarrollo de las herramientas de evaluación y análisis ambiental estratégico. Definición y desarrollo del sistema de información ambiental.	El aspecto central de esta fase consiste en preparar las herramientas de evaluación y análisis ambiental estratégico, acordes a la escala estratégica del plan.
	Diagnóstico Ambiental.	Análisis y diagnóstico ambiental actual. Consultas a los agentes y público interesado y comunicación. Definición de objetivos ambientales operativos del plan.	El diagnóstico ambiental debe permitir identificar el patrón estructural que determina el perfil ambiental agregado del plan con objeto de que el plan asuma los problemas estructurales que condicionan el perfil ambiental del ámbito de política en cuestión.
	Evaluación Ambiental de Opciones Alternativas.	Evaluación ambiental de opciones de objetivos ambientales operativos. Evaluación ambiental de las opciones alternativas estratégicas. Evaluación ambiental de las opciones de desarrollo operativo del plan. Consultas a los agentes y público interesado y comunicación. Evaluación de las recomendaciones de procedimiento de la EAE para la planificación del plan.	Las opciones válidas, identificadas previamente, deben ser evaluadas ambientalmente y sus resultados deben influir en el plan. Es además preciso evaluar si las recomendaciones a otras actividades de la planificación se han cumplido.
Fase 2	**Prevención y Seguimiento**	Recomendaciones para el proceso de implementación del plan. Incorporación de instrumentos de gestión ambiental directa. Elaboración de medidas de seguimiento ambiental del plan.	Se deben identificar los elementos del plan relevantes para su seguimiento y los instrumentos de gestión ambiental directa.
Fase 3	**Elaboración y Consulta de Informes Finales.**	Elaboración del Informe de EAE del plan. Consultas a los agentes y público interesado y comunicación. Elaboración del Informe resumen del proceso de EAE (IR-EAE).	Se debe informar con transparencia de todo el proceso de EAE, incluyendo el grado de consideración de los resultados de las consultas en la formulación final del plan.

Fuente: Modificado de Jiliberto (2009)

2 ESTRATEGIA METODOLÓGICA

Se tomó como base la reformulación metodológica de la EAE efectuada por el Ministerio de Vivienda y se la aplicó a este programa habitacional siguiendo estos pasos:

2.1 Definición de criterios para adaptar la metodología EAE a la evaluación del programa de vivienda PPT en Uruguay.

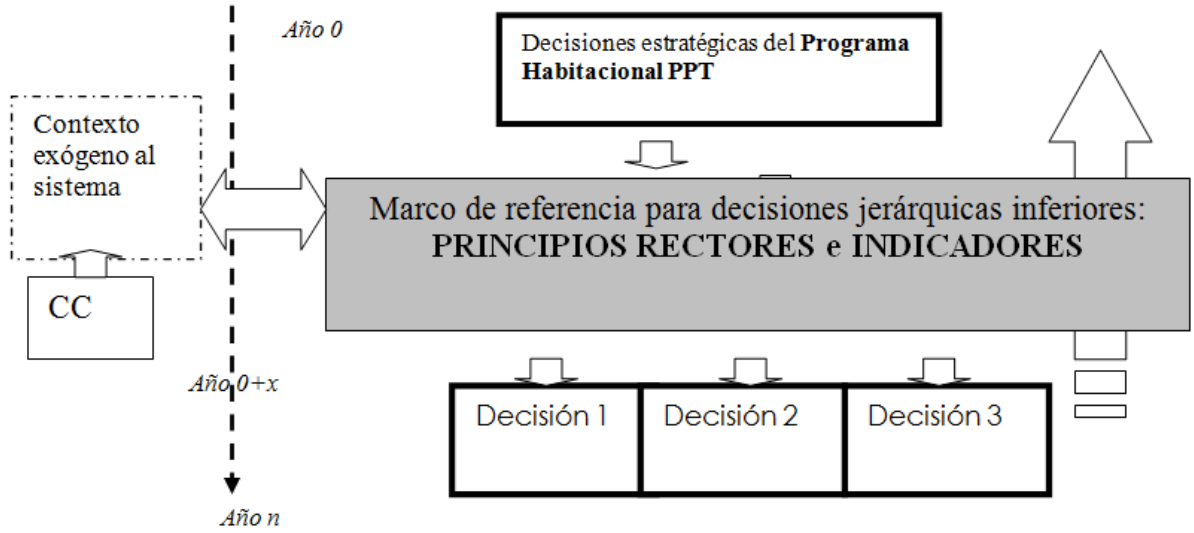
Al aplicar la EAE en este programa tiene *por objetivos ambientales mejorar la calidad de vida de sus ocupantes y disminuir los efectos ambientales negativos a partir de la disminución de gases GEI y la adaptabilidad al cambio climático.* Una de las etapas más importantes en la metodología es la Evaluación Ambiental de Opciones Alternativas. Para saber cuál será la alternativa que tendrá menores impactos negativos sobre el ambiente y que además aumentará la calidad de vida de los usuarios será necesario definir **indicadores**. Los indicadores son como, los "termómetros" en los procesos de formulación de una política ambiental, y permiten resumir una gran cantidad

de datos para facilitar la comunicación de las situaciones ambientales (Segnestam, 2002).

Es relevante distinguir entre indicadores simples e índices (indicadores sintéticos). El primero recibirá en este trabajo el nombre de variable y el último será un indicador (muchos datos). Lo importante es que ese indicador seleccionado garantice lo que (Quiroga, 2009) denominan el ser consistente: es decir que mida constantemente una situación. En la literatura se expone que no es tarea fácil la selección del conjunto de indicadores apropiados, la elección de los indicadores necesariamente supone tomar partido desde el entendimiento de una realidad.

En Uruguay, los indicadores desarrollados son: 1. **Ambientales** (se desarrollan en 6 dimensiones: Agua, Aire, Biodiversidad, Residuos, Sociedad y Suelo para las que se propuso una veintena de indicadores); 2. **Territoriales** (Definiendo cinco áreas de interés de análisis: demografía/calidad de vida, usos del territorio, ecosistemas, coordinación y participación, obteniendo 18 indicadores) y 3. **De desarrollo sostenible** (se establecen cuatro principios rectores: 1. Calidad de vida y equidad social; 2. Uso responsable, conservación y recuperación de los recursos ambientales y del patrimonio cultura; 3. Desarrollo económico ético, responsable y solidario; 4. Ordenamiento equilibrado y racional del territorio y 105 indicadores). Se tomaron los principios del desarrollo sostenible, ya que se entendió que evalúan más eficientemente a este programa social de acuerdo a las pautas de EAE. La evaluación permite establecer el valor de los criterios definidos para la toma de decisión, con el objetivo de dirimir cuál de las opciones alternativas es mejor o más satisfactoria para unos determinados objetivos, y por tanto debe ser seleccionada. A continuación se construyeron otros criterios de decisión, ya que estas decisiones deben ser estratégicas, considerando el largo plazo (ver figura 1).

Figura 1. Análisis global del proceso de decisión, considerando una visión estratégica. Elaboración propia en función del gráfico de Jilberto, 2010



Para definir los principios rectores, se deben consideran objetivos ambientales relacionados a desarrollo sostenible, es decir, qué implicancias

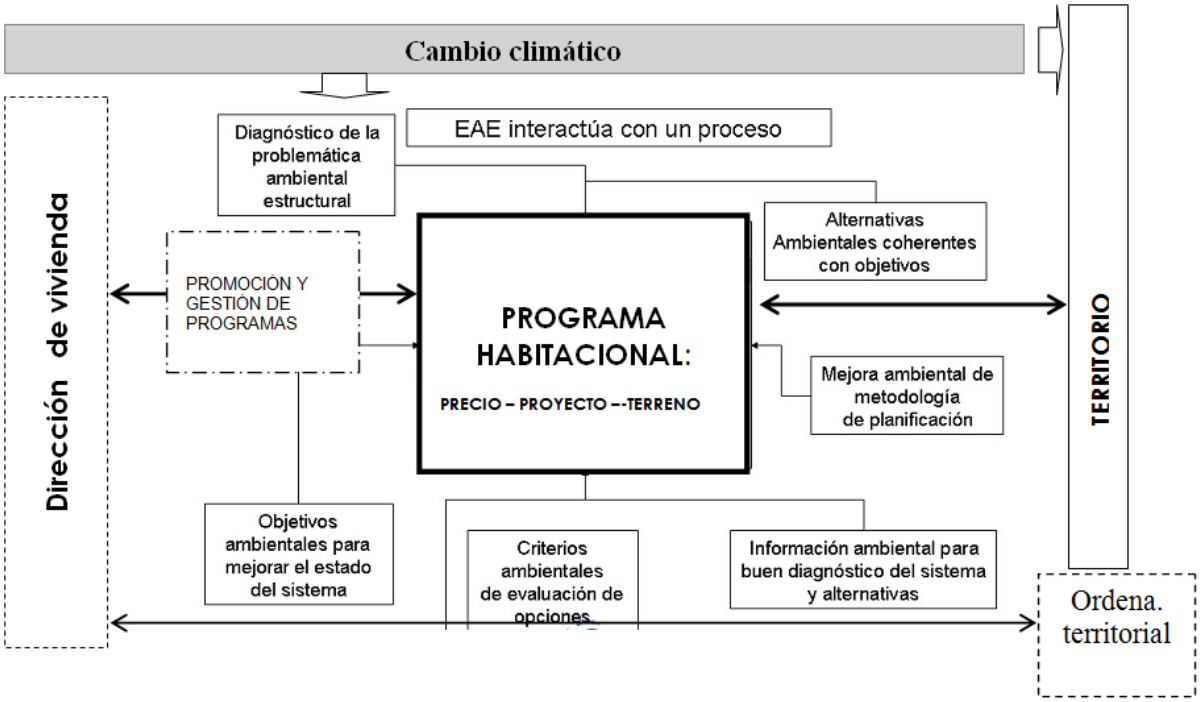
conlleva en el territorio concreto la implantación de un PPT. Debería coadyuvar a la distribución equitativa del uso del territorio, el patrimonio cultural, el uso y conservación de los recursos ambientales, el aumento de la calidad de vida y la equidad social y el diseño ambientalmente consciente.

Siguiendo los trabajados desarrollados en el país, se eligieron los siguientes **principios rectores** del Desarrollo Sostenible:

1. Calidad de vida y equidad social
2. Uso responsable, conservación y recuperación de los recursos ambientales y del patrimonio cultural (tangible e intangible)
3. Desarrollo económico ético, responsable y solidario
4. Ordenamiento equilibrado y racional del territorio
5. Diseño ambientalmente consciente

Se establecieron 33 indicadores, a partir de los principios rectores se vincularon a las tres dimensiones ambientales: social, económica y ecológica, definiendo áreas de interés para el programa estas son: localización de los proyectos habitacionales en la licitación y diseño de las propuestas habitacionales (diseño en relación eficiencia en el consumo de agua, energía, aire y materiales). Los indicadores son de cohesión social e integración (variables: ingreso medio de los hogares beneficiarios, tasa de alfabetización de los beneficiarios, organizaciones sociales existentes en el barrio, tipo de evacuación del servicio sanitario, hacinamiento vivienda anterior, existencia de infraestructura y servicios sociales, tasa de empleo, acceso a internet, tenencia de computadora, participación de la electricidad y fuentes renovables); calidad del agua (variables: tratamiento efluentes industriales, índice de calidad del agua); calidad del aire(variable: presencia partículas sólidas en el aire, estimación gases de efecto invernadero); características del suelo y biodiversidad (uso del suelo planificado, grado de naturalidad/antropización; índice relevancia ecológica, cumplimiento con la normativa de construcción, localización en áreas centrales de la ciudad) y un indicador que une a todos los componentes referente al diseño de la propuesta habitacional (transmitancia térmica de paredes y techo, factor de huecos, existencia de protecciones solares, consumo de energía eléctrica, índice de reducción sonora de la envolvente, captación agua de lluvia y consumo de agua potable, área permeable e impermeable y uso de materiales locales).
La EAE aplicada a los PPT, funciona como una herramienta que interactuará durante todo el proceso de gestión habitacional (definición del programa, llamado a licitación, llamado a interesados, adjudicación, seguimiento de obra y post-obra), enfocándose en la toma de decisiones estratégicas ambientales (ver figura 2).

Figura 2. Árbol de interrelaciones en una EAE. Modificado de Jiliberto, 2008



2.2 Aplicación de los indicadores a la muestra.

En Uruguay se construyó por este programa habitacional 4485 viviendas, es decir un total de 85 conjuntos. Se partió de la selección realizada por estudios previos (Picción, et al, 2008). De la muestra original del trabajo de investigación op cit, para esta artículo se tomó en consideración los **75 conjuntos de Montevideo constituyendo un total de 2382 viviendas (ver tabla 2)**. Se fotografían todos los edificios seleccionados y para cada uno se completa una ficha de relevamiento donde se aplicaron los 33 indicadores.

Se definieron cuatro tipos edificatorios básicos que reúnen parámetros energéticos diferenciados: **torre** (edificios de más de 4 pisos con ascensor, donde predomina la altura sobre las demás dimensiones); torre tira (edificios de más de 4 pisos con ascensor en donde la altura la longitud predomina); y viviendas individuales aisladas. Los tipos edificatorios tienen el siguiente porcentaje de representación: Torre (96%); Torre-tira(2%) ; individual-aislada (2%). La vivienda individual y la torre tira fueron desechadas como tipo por su baja representatividad.

Se estratificó la muestra aleatoriamente con un determinado atributo, en este caso proyectos con tipologías en torre, para un nivel de confianza del 90%, y un error de ±10%, se determinaron para estudiar: **6 edificios tipo torre**.

3. RESULTADOS: APLICACIÓN DE LA EAE A LOS PPT

En función del marco teórico y de las fases que plantea Jiliberto (2008) se aplica la herramienta EAE al programa habitacional tomando en cuenta el árbol de interrelaciones que se plantean en una política habitacional (ver tabla 2).

Tabla 2. Síntesis de etapas y alcances de la EAE aplicada a los PPT. Elaboración personal

Implementación de la EAE - al Programa Habitacional: PPT		
	Etapas	**Alcance**
Fase 1	**Establecimiento del Marco Ambiental Estratégico**	Identificar las dimensiones ambientales que afectan más al progra **Principios rectores:**1. Calidad de vida y equidad social 2. Uso responsable, conservación y recuperación de los recursos ambientales y del patrimonio cultural (tangible e intangible) 3. Desarrollo económico ético, responsable y solidario 4. Ordenamiento equilibrado y racional del territorio 5. Diseño ambientalmente consciente . Definir marco institucional.
	Alcance de la EAE	Todos los actores del sistema deben entender el alcance de la EAE aplicada al PPT. Consenso y participación.
	Modelo de Evaluación Ambiental	Descripción de la línea ambiental base. Herramientas a desarrollar: determinación indicadores ambientales del plan.Se identificaron 33 indicadores y se valoró su cuantifiación
	Diagnóstico Ambiental.	Análisis de la localización y del pliego de condiciones de los llamados
	Evaluación Ambiental de Opciones Alternativas.	Esta es la etapa fundamental que será desarrolla a partir de la evaluación de uno de los indicadores a modo de testeo. Simulación de una decisión inferior (elegir un proyecto y realizarlo) sólo para testear plausibilidad/factibilidad del marco de referencia planteado.
Fase 2	**Prevención y Seguimiento**	Se deben identificar los elementos del plan más relevantes para evaluar como es su seguimiento.
Fase 3	**Elaboración y Consulta de Informes Finales.**	Informes de lo implementado.

Para comenzar con la herramienta, se inicia la fase 1, etapa 1: establecimiento del marco conceptual. Se define el marco institucional cuyo órgano competente es el MVOTMA regido por la normativa ambiental y habitacional. Los actores del sistema son: la Dirección de Vivienda, las empresas constructoras, los adjudicatarios y los usuarios. A partir del análisis en función de los principios rectores se determinó que los principales problemas son: de localización en el territorio (áreas periféricas de las ciudades sin servicios, áreas inundables, áreas con exceso de plomo, áreas próximas a la disposición final de basura, o zonas de protección ambiental).

La actividad 2 que tiene como producto la elaboración de un documento marco de la EAE (MAE), que contiene todas las actividades y documentos que se registran previamente para definirlo y validarlo completamente es necesaria la participación de los actores involucrados.

Tabla 3. Fase 1, etapa 2 EAE. Fuente: Elaboración personal

etapa 2	
Alcance de la EAE	
Objetivo:	Elaborar la síntesis del documento Marco de la EAE y determinar a través de un proceso participativo entre todos los actores del sistema (incluido usuarios) el proceso de planificación
Actores del sistema	DINAVI-DINOT-DINAGUA-DINAMA - empresas constructores- adjudicatarios-usuarios
Dimensión ambiental estrategica	Redefinición a partir de la participación

Se debe discutir y acordar la representatividad y legitimidad de los distintos actores que son necesarios a la hora de elaborar y validar la síntesis del

documento marco. Un producto esencial de esta etapa es la determinación del proceso de planificación, es decir determinar cuáles serán los momentos importantes a la hora de tomar decisiones. Los indicadores propuestos pueden aportan a esta etapa 3 (tabla 4), permiten disponer de información confiable que permita evaluar la evolución de algún "aspecto ambiental". Se espera que posibilite el seguimiento de los resultados de las acciones realizadas.

Tabla 4. Fase 1, etapa 3 de la EAE. Fuente: Elaboración personal

etapa 3	
Modelo de Evaluación Ambiental	
Objetivo:	Definición del proceso y de los indicadores de análisis y evaluación ambiental
Actores del sistema	DINAVI - empresas constructores- adjudicatarios-usuarios
Dimensión ambiental estrategica	Herramientas a desarrollar: determinación indicadores ambientales del plan.Se identificaron 33 indicadores y se valoró su cuantifiación . Determinación línea base 0 del territorio
Opciones ambientales estrategicas	Las opciones con mayor puntaje serán las que tendrìan el menor impacto al ambiente

La mayoría de los indicadores ambientales tienen que ver con la localización en el territorio ya que se entiende que es determinante para evitar los impactos negativos (ver tabla 5).

Tabla 5. Aplicación de indicadores a la muestra. Elaboración personal

Conjunto Habitacional	**144A**	**193**	**265**	**266**	**12/002/97**	**09/002/98**
Ingreso Medio de los Hogares beneficiarios con valor locativo a precios corrientes con aguinaldo	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**
Tasa de alfabetización de los beneficiarios	**terciario incompleto**	**terciario completo**	**secundaria incompleta**	**terciario incompleto**	**primaria completa**	**primaria completa**
Organizaciones sociales existentes	**No en el conjunto si en barrio**	**No en el conjunto si en barrio**	**No en el conjunto si en barrio**	**No en el conjunto si en barrio**	**sí, organización de la administración**	**sí, organización de la administración**
Tipo de evacuación del servicio sanitario de los hogares	**Saneamiento**	**Saneamiento**	**Saneamiento**	**Saneamiento**	**Saneamiento**	**Saneamiento**
Hacinamiento en vivienda anterior	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Existencia de infraestructura y servicios sociales	**sí**	**sí**	**sí**	**sí**	**Sí**	**sí**
Tasa de empleo						
Acceso internet	**Sí**	**Sí**	**sí**	**Sí**	**n/d**	**n/d**
Tenencia computadora	**Sí**	**Sí**	**n/d**	**Sí**	**No**	**No**
Participación de electricidad de fuentes renovables y no renovables en la oferta total de electricidad	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Tratamiento de efluentes industriales	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**
Índice de calidad del agua ICA	**No hay medición próxima**	**No hay medición próxima**	**No hay medición próxima**	**No hay medición próxima**	**No hay medición próxima**	**No hay medición próxima**
DBO industrial (mg/L y kg)	**No hay industrias próximas**	**No hay industrias próximas**	**No hay industrias próximas**	**No hay industrias próximas**	**No hay industrias próximas**	**No hay industrias próximas**
Presencia de partículas sólidas en aire	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**	**-**

Emisiones de CO	-	-	-	-	-	-
Estimaciones de gases de efecto invernadero	-	-	-	-	-	-
Uso del Suelo planificado	**Vivienda**	**Vivienda**	**Vivienda**	**Vivienda**	**Vivienda**	**Vivienda**
Plomo en suelo	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Gestión de Áreas protegidas	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
Superficie de suelo con régimen rural ocupado	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**	**0**
producción y tratamiento desechos sólidos	**colocación residuos domiciliarios en volquetas sin tratamiento ni clasificación**	**colocación residuos domiciliarios en volquetas sin tratamiento ni clasificación**	**colocación residuos domiciliarios en volquetas sin tratamiento ni clasificación**	**colocación residuos domiciliarios en volquetas sin tratamiento ni clasificación**	**colocación residuos domiciliarios en volquetas sin tratamiento ni clasificación**	**colocación residuos domiciliarios en volquetas sin tratamiento ni clasificación**
Grado de naturalidad/Antropización	**n=0**	**n=0**	**n=0**	**n=0**	**n=0**	**n=0**
Índice de relevancia ecológica	-	-	-	-	-	-
Cumplimento normativa ordenamiento territorial	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**
Localización áreas centrales o intermedias	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**	**Sí**
Transmitancia térmica de la envolvente	**1.2**	**1**	**1.2**	**1.2**	**1.6**	**1.6**
factor de huecos	**49%**	**32%**	**40%**	**40%**	**42%**	**48%**
existencia de protecciones solares	**sí**	**Sí**	**sí**	**sí**	**solo dorm.**	**solo dorm.**
Índice de reducción sonora envolvente exterior	**51 dB**	**51 dB**	**51 dB**	**51 dB**	**51 dB**	**51 dB**
consumo de energía eléctrica	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**	**n/d**
captación del agua de lluvia	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**
área permeable e impermeable	**100% a. impermeble apto**	**100% a. impermeble apto**	**100% a. impermeble apto**	**100% a. impermeble apto**	**100% a. impermeble apto. Acceso 10% impermeble**	**100% a. impermeble apto. Acceso 10% impermeble**
Uso de materiales locales poco procesamiento energetico incorporado	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**	**No**

Nota: n/d es que si bien existe el dato no se lo pudo recabar, en cambio cuando se coloca (-) es que no existe el dato.

De la tabla 5, se desprenden algunas conclusiones: los indicadores marcados con gris son dificultosos de completar y refieren básicamente al entorno, siendo algunos de ellos muy globales y sin diferencias significativas. Por este motivo es que se entiende fundamental analizar las estrategias bioclimáticas aplicadas en cada uno de los conjuntos.

Se entiende como problema ambiental a aquel que es visualizado como el que produce incompatibilidades al ambiente, a través de los impactos de las interacciones: sociedad -naturaleza- cultura, es el resultado de los impactos producidos por transformaciones o modificaciones de la actividad humana, éste participa directamente en el deterioro de los componentes del ambiente y por ende de la calidad de vida de las poblaciones que se

desarrollan en el mismo (Torres Carrasco, 2002).

Se detectan los posibles conflictos: el acceso a la tierra urbana para vivienda social en este programa en lugares con servicios públicos (agua potable, saneamiento, servicios de transporte). Otro problema en lo que refiere a la **relación ambiente y entorno,** es la dificultad de los usuarios en no participar en ningunas de las etapas previas de diseño ni en la construcción de las viviendas, que puede llevar a un menor grado de satisfacción con las viviendas y un último problema refiere a la aplicación o no de **estrategias de diseño bioclimáticas**. **Serra** (2005) plantea la existencia de manifestaciones particulares energéticas, que serán típicas de un lugar. La aplicación de estas estrategias conllevará a un aumento de confort térmico interior con un menor consumo de energía asociado.

4 CONCLUSIONES

Este instrumento no sólo resulta ser adecuado para valorar la protección del medio ambiente, sino también para la obtención de diseños y propuestas más sustentables que aumenten la calidad de vida de sus ocupantes en una futura planificación.

Si bien existen varias metodologías de evaluación en ningún caso se aplicaron a vivienda, la EAE es posible de ser aplicada a un programa de vivienda. No existe un consenso sobre las partes que constituyen la EAE, sin embargo las etapas planteadas en la guía ambiental son las utilizadas por el MVOTMA. Se entiende que las políticas públicas, en este caso las habitacionales requieren de una fuerte institucionalización a escala del gobierno central y local. La cuestión social habitacional se ve desde el comienzo, al usar esta herramienta, como un problema urbano territorial en donde para tomar decisiones, es necesaria la participación de todos los actores del sistema.

Esta metodología debido a la necesidad de coordinación y consenso entre agentes que frecuentemente representan intereses diferentes y, en ocasiones, contrapuestos hace necesaria la participación, conllevando luego a mayores consensos. Evalúa la importancia relativa de diferentes alternativas con respecto a múltiples atributos que consideran lo ambiental (cualitativos y cuantitativos) siendo estos indicadores previamente definidos.

Esta herramienta permite controlar la arbitrariedad en la selección de los índices de ponderación existentes actualmente, para que no interfieran con el resultado global.

Se reelaboraron cuatro de los principios de desarrollo sustentable incorporando el diseño ambientalmente consciente. Se seleccionaron 33 indicadores para la aplicación de la EAE en un programa habitacional el Precio Proyecto, Terreno (PPT) del área metropolitana de Montevideo y se aplicó a una muestra definida en función de los construido en la década del 90 en el área metropolitana de Montevideo, se determinaron los problemas

ambientales de los ejemplos. Los indicadores de localización tendrían un peso sustancial en la evaluación final del programa y del producto. La cuestión social habitacional se ve desde el comienzo, al usar esta herramienta, como un problema urbano territorial en donde para tomar decisiones, es necesaria la participación de todos los actores del sistema, *potenciaría la necesidad de coordinación en un territorio concreto.*

En relación a aspectos metodológicos, contar con este instrumento puede facilitar la *incorporación de consideraciones ambientales desde los primeros momentos* permitiendo, *controlar la arbitrariedad en la selección de los índices de ponderación existentes actualmente*, para que no interfieran con el resultado global.

La falta de coordinación y la escasa formación de los agentes de la administración central en los aspectos tratados dificultan la incorporación de nuevos criterios y metodologías, así como la falta de antecedentes de aplicación

REFERENCIAS

BANCO INTERAMERICANO DE DESARROLLO (BID) (2003). Guía Metodológica de la EAE

DI PAULA (2008). Revista Vivienda Popular Nº8.- Políticas Habitacionales y forma urbana en Montevideo. 41-48

JILIBERTO ,R (editor) (2008). Guía de la Evaluación Estratégica Ambiental Disponible en: www.eclac.org/publicaciones/xml/7/37977/Guia_EAE.pdf. Acceso: abril 2016

LEY Nº 18.308- Ley de Ordenamiento Territorial y Desarrollo Sostenible.(LOTDS, 2008

PICCIÓN A. *ET AL* (2008); Pautas de diseño bioclimático. Proyecto presentado al PDT y financiando entre 2006- 2008. Informe final

PREK,M. (2004) Environmental impact and life cycle assessment of heating and air conditioning systems, a simplified case study, Energy and Buildings, Volume 36, Issue 10, REHVA Scientific, October 2004, Pages 10

QUIROGA, R. (2009). Guía metodológica para desarrollar indicadores ambientales y de desarrollo sostenible en países de América Latina y el Caribe.

SEGNESTAM, L. (2002). "Indicators of environment and sustainable development: Theories and practical experience". Environmental Economics Series. 89, The World Bank Environment Department.

SERRA, F. (2005). Parámetros para una arquitectura bioclimática. Disponible en: http://habitat.aq.upm.es/boletin/n42/ac-scor.html#5. Acceso: abril 2016

TORRES, MARISA. Reflexión y acción: el diálogo fundamental para la educación ambiental. Teoría y práctica

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

TECNOLOGIA APROPRIADA NA CONSTRUÇÃO COM TERRA – TAIPA E BLOCOS DE TERRA COMPRIMIDA[1]

MAIA, Leonardo R. (1); ANDRADE, Antonio Gil S. (2); FARIA, Obede B.(3)

(1) FAUUSP, e-mail: leonardomaia@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: gil.andrade@uol.com.br; (3) PPGARQ/FAAC-UNESP, e-mail: obede.faria@gmail.com

RESUMO

As construções contemporâneas com terra utilizam desde técnicas rudimentares e artesanais até os mais sofisticados processos de industrialização e podem ser comparadas com qualquer outra forma de construir. O objetivo desse artigo é introduzir a discussão de tecnologia e tecnologia apropriada, apresentar alguns trabalhos sobre as técnicas e sistemas construtivos da taipa e dos blocos de terra comprimida e verificar se as soluções aplicam os conceitos da "apropriada". Foi realizada pesquisa bibliográfica sobre estes temas, no âmbito ibero-americano, relativa aos últimos 14 anos. Essas pesquisas evidenciam inovações que aperfeiçoam características físico-mecânicas do material terra, melhoram os desempenhos técnico, econômico e estético dos sistemas construtivos, diminuem o impacto ambiental negativo, garantem qualidade, racionalização e confiabilidade aos edifícios e apontam mudanças às recomendações técnicas. As inovações justificam-se pelos parâmetros de cada caso, como as necessidades, bases técnicas e científicas da sociedade, as políticas de desenvolvimento, as considerações socioeconômicas e culturais e investimentos. Compreender as técnicas e processos dos antepassados e sua evolução são caminhos para a inovação. Assim, a tecnologia apropriada contribui para a transformação técnica, social e econômica, visando ganho de bem-estar ao maior número de pessoas e respeitando os parâmetros de cada região e/ou população.

Palavras-chave: Arquitetura e construção com terra. Sistemas construtivos. Tecnologia apropriada.

ABSTRACT

The contemporary earthen buildings use both rudimentary techniques and the most sophisticated manufacturing processes. These buildings can be compared to any other that use different construction technology. The aim of this study is to introduce the discussion of this Technology (appropriate technology). Also, it seeks to present some researches about rammed earth and compressed earth blocks techniques and check if they are appropriate. It was made a literature review of these themes on the context of Latin America of the last 14 years. These previous researches highlight the innovations that enhance the material's physical and mechanical characteristics, improve technical, economic and aesthetic performance of building systems. In addition, they emphasize the reduction of negative environmental impact and the assurance of quality, rationalization and reliability of buildings and they point changes regarding technical recommendations. These innovations are justified by the parameters of each case, such as the technical and scientific bases of society, the political development, socioeconomic and cultural considerations and investments. To innovate one must understand ancient techniques and processes and their

1MAIA, Leonardo R.; ANDRADE, Antonio Gil S.; FARIA, Obede B. Tecnologia na construção com terra – taipa de pilão e blocos de terra comprimida. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

evolution. Thus, the appropriate technology contributes to the technical, social and economic transformation, enabling welfare gains to a great number of people and respecting the parameters of each region and / or population.

***Keywords**: Earthen Architecture and construction. Building systems. Appropriate technology.*

1 INTRODUÇÃO

A construção com terra utiliza, atualmente, desde técnicas de produção mais rudimentares e artesanais até os mais sofisticados processos de industrialização. Mesmo em relação aos sistemas construtivos mais primitivos ainda em uso, incentivos a instituições de pesquisa e empresas promovem o desenvolvimento de técnicas inovadoras e coerentes, que primam pela qualidade, simplicidade, eficiência e economia na construção (UNHABITAT, 1992; Neves, 1995; Heise, 2004).

Tecnologia, segundo Abiko (1980, p.15), é "um conjunto ordenado de conhecimentos empregados na produção e comercialização de bens e serviços"; para Vargas (2003, p.182), tecnologia é a "utilização de conhecimentos científicos para satisfação das autênticas necessidades materiais de um povo". Para ele, a pesquisa tecnológica deve procurar soluções para problemas práticos, levando-se em conta as implicações socioeconômicas.

Dethier (1986) evidencia a importância da investigação tecnológica, que deve ser um meio e não o fim. Se o foco é o desenvolvimento da sociedade, deverá procurar nas novas tecnologias maneiras mais eficazes de organizar e coordenar seu universo; se o foco é o crescimento econômico, uma medida de produção usará qualquer nova tecnologia e reproduzirá a mesma ordem social.

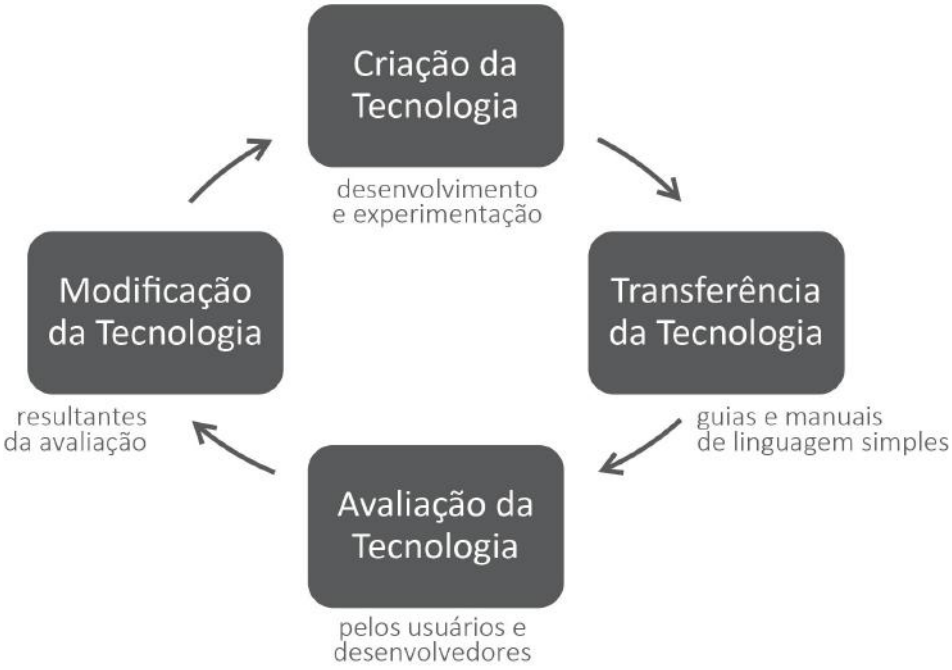
Com a globalização, países mais desenvolvidos vendem tecnologia aos menos desenvolvidos, sem considerar o atendimento às suas reais necessidades e se haverá conhecimento básico que assegure o entendimento. Consequentemente, esta população torna-se simples usuária e consumidora, submissa aos princípios da técnica (Norberg-Schulz, 2008). É fundamental para essa população que as soluções sejam apropriadas e apropriáveis. Segundo Toca (*apud* Morales e Becerril, 2009), "apropriadas à região, aos recursos e aos materiais disponíveis, e ao meio ambiente no qual se pretende inseri-las; e apropriáveis, para que os usuários as possam aprender e reproduzir."

2 TECNOLOGIA APROPRIADA

A tecnologia apropriada, termo surgido na década de 1960, contribui concretamente para a transformação técnica, social e econômica da sociedade, visando o aumento e universalidade do bem estar, respeitando parâmetros específicos de cada região/população. Abiko (1980) admite que diferentes culturas e regiões terão diferentes tecnologias apropriadas às suas características e confirma que o "auto-desenvolvimento" dessa tecnologia é essencial para a formação da identidade cultural e

independência política. A tecnologia apropriada obedece a um ciclo formado pelas etapas esquematizadas na Figura 1:

Figura 1 - Etapas da tecnologia apropriada



Fonte: adaptado de Abiko, 1980.

Os processos que utilizam tecnologia apropriada não importam do estrangeiro seus sistemas construtivos, nem buscam o retorno de técnicas arcaicas e ultrapassadas. Nesse sentido eles devem ser, segundo Abiko (1980) e Heise (2004), capazes de: atender aos requisitos técnicos; atender às necessidades sociais; e, satisfazer as necessidades econômicas.

Na Ibero-América, a tecnologia da arquitetura e construção com terra inova especialmente no "aperfeiçoamento de componentes da alvenaria (...) e no desenvolvimento de sistemas de painéis monolíticos" (Neves, 1995, p.59). A autora elenca os principais temas de desenvolvimento, os quais são referência para o presente estudo. As pesquisas apresentadas a seguir são contextualizados na Ibero-América nos últimos 14 anos.

3 ESTUDOS SOBRE ESTABILIZAÇÃO, ADIÇÕES E DOSAGENS

Esses estudos têm três principais objetivos: melhorar as características físico-mecânicas; diminuir o descarte de resíduos no meio ambiente incluindo-os na mistura para a fabricação de componentes construtivos; e, diminuir a quantidade de cimento e cal, utilizados na estabilização, diminuindo o impacto ambiental negativo causado por sua produção. Como a terra não é um material de construção padronizado, a possibilidade de misturas com diversos outros insumos a torna bastante versátil.

Faria *et al* (2012) apresentaram metodologia para avaliar as características físicas e mecânicas de solo-cimento compactado e estabilizado com os mais diversos materiais. Os autores exemplificam o método adicionando

baba de cupim sintético e reduzindo o consumo de cimento na estabilização. Verificou-se aumento da resistência à compressão e diminuição da absorção de água nos corpos de prova, respeitando os requisitos mínimos exigidos pelas normas técnicas(ABNT, 2012a e 2012b).

Os estudos de Milani e Silva (2012), Milani *et al* (2012), Soares *et al* (2012) e Buson *et al* (2010), buscam alternativas eficazes para a destinação dos seguintes resíduos: lama de minério de ferro, fino de basalto ou pó de pedra, cinza de carvão mineral e fibras celulósicas oriundas dos sacos *kraft* reciclados de embalagem de cimento, respectivamente. Nas quatro pesquisas, as substituições de terra ou cimento pelo resíduo em diversas proporções, apresentaram bons resultados comparando-se ao traço referência (sem substituição de nenhum material), atendendo aos requisitos das normas pertinentes.

No estudo de fibras celulósicas, os blocos de terra comprimida (BTC) foram assentados com argamassa de mesma composição dos blocos (mistura de solo-cimento-kraft), conformando prismas que foram submetidos ao ensaio de compressão diagonal, para cálculo de resistência média ao cisalhamento (0,57 MPa) e o módulo de elasticidade transversal. A resistência à compressão simples foi de 5,66 MPa. A argamassa produzida com solo-cimento-kraft apresentou alta monoliticidade, com fortes ligações entre os blocos.

Jiménez (2010) apresenta estudo de BTC com a adição de "baba ou suco de cacto", do cacto palma e da babosa, diluído em água, em diversas concentrações. Esse líquido substituiu a água na mistura dos BTC, em diversas concentrações. Foram realizados ensaios de compressão, absorção de água e testes químicos.

Fica claro que qualquer adição de estabilizante, ou modificação na composição granulométrica com outros materiais, tem resultados intrinsecamente ligados às propriedades da terra utilizada como base. Portanto, qualquer experimento de modificação da mistura base (referência) deverá ser estudado e interpretado individualmente.

A Tabela 1 apresenta os melhores resultados das pesquisas, de suas amostras referência e os requisitos de norma (abaixo dos títulos das colunas).

Tabela1: Estudos de estabilização de solo-cimento e requisitos das normas NBR8491 (ABNT, 2012a) e NBR10834 (ABNT, 2012b)

Autores	Granulometria solo puro (%)			Modificação	Resistência à compressão aos 7 dias (MPa) (≥ 2,0MPa)	Absorção de água aos 7 dias (%) (≤ 20%)
	Areia	Silte	Argila			
	15-50%					
Faria, Battistelle e Neves (2012)	77	5	18	Referência (2% de cimento)	1,35	12,50
				1:1.000 "baba-de-cupim sintética" + 2% de cimento	2,0	11,00
Milani e Silva (2012)	50	19	31	Referência (solo + 10% cimento)	1,91	16,75
				20% Lama de minério de ferro + 80% solo + 10% de cimento	2,04	16,38
Milani, Castro e Bertocini (2012)	82	18	0	Referência (solo + 10% cimento)	3,01	9,97
	72	26	2	50% Mineral fino de basalto + 50% solo + 10% cimento	3,12	10,63
Soares, Bertini e Tavares Jr. (2012)	61	39		Referência (1:10 - cimento:solo)	2,83*	11,81*
				10% cinza de carvão mineral + 90% de cimento Portland	1,94*	13,97*
Jiménez (2010)	sem informação			Referência (6% cimento + 100% água pura)	1,7	9,00
				40% mucilagem de palma + 60% água pura	5,5	4,00

* Os ensaios foram realizados com corpos de prova de três dias de idade

4 ESTUDOS DE DESENVOLVIMENTO DE MÉTODOS DE CONTROLE DE FABRICAÇÃO/EXECUÇÃO

O objetivo geral das pesquisas apresentadas nessa seção é garantir a qualidade e a confiabilidade das edificações.

Garcia *et al* (2008) desenvolveram estratégia metodológica para elaboração de controles específicos padronizados, considerando as características típicas das misturas, os métodos de construção e seu destino final, promovendo assim a execução de construções de qualidade com padrões mínimos de aceitabilidade, reduzindo o risco de danos ao ambiente e contribuindo para melhorar a qualidade de vida dos operários e usuários.

O redesenho dos BTC foi aprofundado nos trabalhos de Fay e Ceppas (2012), Mellace *et al*(2002) e Rapisarda (2008). O novo formato objetiva economizar tempo na definição do método de montagem e dos detalhes; diminuir

desperdícios na execução (material e mão de obra), pela ausência de cortes, retoques e reajustes; e, diminuir os riscos de fissurações e rupturas por efeitos sísmicos. Os autores levaram "em conta os parâmetros: forma e função, modulação, ergonomia, estética e aparência, técnica, economia e sustentabilidade" (Fay e Ceppas, 2012, p.4).

Assis *et al*(2009 e 2010) executaram ensaio de compressão excêntrica em paredes de BTC com argamassa nos furos dos blocos da extremidade e inclusão de barras de ferro, além de ensaios de compressão nos blocos vazados, parcialmente preenchidos e totalmente preenchidos com argamassa (tiveram como resultado 2,3 MPa e 4,1 MPa, respectivamente). Também realizaram ensaio de flexão sob carga horizontal uniformemente distribuída e concluíram que as paredes suportam o carregamento excêntrico e que seria possível adotar esse sistema para até três pavimentos.

Mag e Rauch (2011) apresentaram sistema de industrialização da taipa (ou taipa de pilão)que permite a racionalização dos custos de trabalho e tempos de execução das edificações (Figura 2). As vantagens desse sistema são as mesmas de outras técnicas racionalizadas. "A pré-fabricação é mais um passo para a modernização da construção com terra e deve abrir caminho para o material terra no mercado das edificações" (Mag e Rauch, 2011, p. 35). Com maior controle na fabricação dos painéis, as dosagens de terra, água e estabilizantes são mais eficazes, há melhor qualidade na execução, principalmente no grau de compactação e no acabamento final. Segundo os autores, o transporte de peças de sete toneladas por aproximadamente 800km apresenta maior economia do que a construção *in loco*.

Figura 2 - Taipa pré-fabricada sendo produzida e instalada na obra.



Fonte: Mag e Rauch, 2011.

5 ESTUDOS DE SISTEMATIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO, VISANDO AUMENTAR A PRODUTIVIDADE E DIMINUIR O ESFORÇO FÍSICO NO ATO DE CONSTRUIR

A racionalização e industrialização da construção civil moderna exigem métodos que diminuam os prazos de execução e que tenham desempenhos técnico, econômico e estético satisfatórios. Devem ser levados em conta a

diminuição do consumo de energia, da geração de resíduos e retrabalhos e a redução do esforço físico dos trabalhadores.

Veraldo *et al* (2014) apresentaram estudo da execução de um protótipo de casa em Campo Grande (MS) com paredes portantes de taipa de 20 cm de espessura. Utilizaram formas metálicas treliçadas e fechamento com chapas de compensado plastificado. Foram medidos e analisados os tempos de execução de paredes com dois métodos diferentes para a mistura do material. Verificou-se que a mistura feita com betoneira convencional é mais adequada do que a feita com conjunto misturador-esteira-triturador "devido à melhor produtividade (48 min/m² contra 60 min/m²) e desempenho físico-mecânico do produto final." (Veraldo *et al*, 2014, p.7). Este método de execução, comparado ao método utilizado por Milani *et al* (2008, *apud* Veraldo *et al*, 2014) - mistura feita com enxadas, compactação com pilão de madeira e produtividade de 90 min/m² - mostrou-se mais eficiente, ganhando até 42 min/m² de produtividade, além de menor esforço dos operários.

Heise *et al* (2012) apresentaram um estudo de caso de construção de paredes de taipa. Dividiram o processo construtivo em quatro etapas e focaram na preparação do material. As duas paredes estudadas diferiam somente no preparo da mistura: mecanizada ou manual. Verificou-se custo menor, melhor acabamento e expectativa de menor manutenção no processo mecanizado; os agentes envolvidos (construtor, mão de obra e usuário), avaliaram melhor este, por ser mais produtivo, possuir melhores construtibilidade e aspecto visual.

Outro conceito inserido na indústria da construção civil é o da Mentalidade Enxuta (*Lean Thinking*), apresentado por Heise *et al* (2010). Eles aplicaram e analisaram teoricamente a metodologia em painéis monolíticos de taipa, a partir de seus cinco princípios (Valor, Fluxo de Valor, Fluxo, Produção Puxada, Perfeição). Identificaram oportunidades de melhorias nos processos, trazendo ganhos como a redução de custos produtivos, eliminação de desperdícios e melhoria no resultado final.

6 ESTUDOS DE ELABORAÇÃO DE RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS E PROJETOS ADEQUADOS ÀS CONDIÇÕES AMBIENTAIS DA REGIÃO E TRADIÇÃO CULTURAL

Estudos realizados nos últimos anos também apontam inovações às recomendações técnicas de projeto e de execução de obras com terra, revisões e críticas mais elaboradas às normas e "manuais" de construção ultrapassados, além de investigações sobre manutenção e preservação do patrimônio construído com tais sistemas.

A avaliação pós-ocupação (APO) de obras edificadas com terra traz informações importantes para melhorar a qualidade do projeto e da técnica construtiva. Esse foi o estudo de Barbosa *et al*(2008) e Salmar *et al*(2005), que avaliaram residências construídas, após dez anos de uso.

Barbosa *et al*(2008) apresentaram resultados de APO de edificações

residenciais em um bairro carente de Sapé (PB), construídas com blocos "Mattone" (BTC com encaixe e assentadas com argamassa fluida). Já Salmar *et al*(2005) avaliaram uma residência unifamiliar de 257 m² (dois pavimentos) construída com paredes estruturais monolíticas de solo-cimento em Campinas (SP). Ambas APO apontaram como uma das principais causas das manifestações patológicas a falta de manutenção das edificações. Outros problemas encontrados mostram que aperfeiçoamentos devem ser feitos em todos os processos (projeto, execução e utilização da edificação) para diminuir ou eliminar problemas como: pequenos recalques das fundações, desestabilizando paredes e fundações; descolamento do reboco e estufamento da pintura; acréscimos ("puxadinhos") construídos sem nenhum critério, reforçando os preconceitos do uso da terra como material de construção.

Sendo a terra um material sem padronização e os BTC distribuídos no mercado brasileiro com variadas dimensões, formas e tamanhos, Silva *et al*(2010) executaram ensaios de resistência à compressão para comparar os métodos normativos. Os autores problematizam as metodologias das normas de bloco vazado de solo-cimento e tijolo maciço, quanto ao ensaio à compressão.

No âmbito da preservação e restauração de monumentos, Hoffmann e Gonçalves (2010) apresentaram ensaios não destrutivos para analisar as características de painéis de taipa, por meio de ondas ultrassônicas. Foram obtidos os módulos de elasticidades longitudinal e transversal e coeficiente de Poisson dentro do intervalo esperado para o material analisado. Esse estudo contribui para o desenvolvimento de metodologia de verificação das propriedades físicas das paredes de edificações históricas em processo de preservação ou restauração, com bom grau de confiabilidade.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na sociedade atual, tecnologia tornou-se um meio para satisfazer demandas práticas, preocupando em usar as "coisas" como meros utensílios. O anseio dessa sociedade é a busca de tecnologias que possibilitem maior praticidade e velocidade à vida cotidiana. Quando não obtidas, tornam-se "um novo elemento passível de suscitar irritação e descontentamento" (Lipovetsky, 2007, p.26).

As tecnologias importadas trazem soluções que tornam os usuários dependentes dos desenvolvedores. Assim, logo que superada a satisfação pelo "novo", deverá ser importada uma outra solução, tornando cada vez maior a dependência e minimizando os esforços das pesquisas e inovações locais.

Para serem tecnologias apropriadas, as inovações técnicas e o desenvolvimento tecnológico da arquitetura e construção com terra necessitam, por um lado, referenciar-se na arquitetura vernácula e tradicional e, por outro, buscar, pesquisar e aprimorar novas formas de execução e assim, equiparar sua eficiência aos sistemas construtivos

convencionais. Compreender as técnicas e processos construtivos dos antepassados e sua evolução tecnológica histórica são caminhos para a inovação. Ou seja, partir do saber histórico existente e avançar, construindo novos conhecimentos.

Verificou-se que as pesquisas apresentadas otimizam os processos construtivos mais arcaicos e artesanais, sistematizando-os, e que baseiam-se no conceito de tecnologias apropriadas. Elas apontaram melhorias nos sistemas construtivos existentes, propondo modificações no formato das peças ou nos processos construtivos; verificaram se a adição de substâncias de uso tradicionais ou novas ao processo (como resíduos ou componentes sintéticos) podem melhorar suas características; apresentaram inovações para a construção com terra baseando-se nas soluções convencionais e adaptando-as, e; avaliaram as edificações construídas com tais sistemas e propuseram modificações projetuais e construtivas.

A passagem do processo construtivo artesanal para o industrial deve ser justificada pelos parâmetros que regem cada caso particular, como as necessidades da sociedade, as bases técnicas e científicas existentes, as políticas de desenvolvimento, as considerações socioeconômicas e culturais, investimentos e procedimentos de trabalho. Estes processos são indispensáveis para trazer as técnicas tradicionais à contemporaneidade e para que as técnicas de construção com terra sejam vistas como seguras.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.**Tecnologias apropriadas tijolos e paredes monolíticas de solo-cimento**. Dissertação de mestrado. São Paulo, USP, 1980.115p.

ARINI, R.; DEL CARLO, U.**Arquitetura de terra solo/cimento/cal.** Tese de doutoramento. Universidade de São Paulo, 1999.287p.

ASSIS, J. B. S.; CHAHUD, E.; ASSIS, P. S. Compressão excêntrica em paredes construídas com blocos intertravados de solo-cimento. In: VIII Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. **Anais...** Tucumán, Argentina: Universidad Nacional de Tucumán, 2009. p.178-187.

_____. Flexão em paredes construídas com blocos de solo-cimento, intertravados, sob carga horizontal uniformemente distribuída. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-10.

Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT. **NBR 8491** - Tijolo de solo-cimento — Requisitos. Rio de Janeiro, 2012ª.9p.

_____. **NBR 10834** - Bloco vazado de solo-cimento sem função estrutural. Rio de Janeiro, 2012b. 9p.

BARBOSA, N. P.; TIMÓTEO, S. M.; MATTONE, R.; PASERO, G. Avaliação pós-ocupação de construções de blocos de terra comprimida tipo Mattone In: VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra. **Anais...** São Luís: UEM, 2008. CD-ROM. p.1-10.

BUSON, M.; VARUM, H.; SPOSTO, R. M. Fibras dispersas de papel kraft provenientes da reciclagem de sacos de cimento para a produção e assentamento de BTCs. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-10.

DETHIER, J. **Arquitetura de Terra ou o Futuro de uma tradição milenar**. Catálogo de exposição. Rio de Janeiro: Avenir, 1982. 208p.

FARIA, O.B.; BATTISTELLE, R. A. G.; NEVES, C. M. M. Avaliação preliminar da influência da adição de 'baba-de-cupim' em características físicas e mecânicas de solo-cimento compactado. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-11.

FAY, L.; CEPPAS, K. P. Estudo da viabilidade da fabricação de blocos de solo-cimento para a construção de alvenarias com a intenção de eliminar a argamassa de assentamento In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-10.

GARCÍA, A.B.; MAZZEO, J.P.; GRAZZI, P. Calidad de edificaciones en suelo estabilizado y su evaluación mediante modelos constructivos. In: VII Seminário Ibero-americano de Construção com Terra.**Anais...** São Luís: UEM, 2008. CD-ROM. p.1-9.

HEISE, A.F.**Desenho do processo e qualidade na construção do painel monolítico de solo-cimento em taipa de pilão**. Dissertação para obtenção do título de Mestre em Engenharia Civil. Campinas, Unicamp, 2004. 125p.

HEISE, A.F.; GRANJA, A.D.; PICCHI, F. A. Oportunidade de aplicação dos princípios e ferramentas da mentalidade enxuta no processo de produção do painel monolítico de taipa de pilão. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-11.

HEISE, A. F.; MINTO, F. C. N.; HOFFMANN, M. V. Proposta de contribuição para análise do desempenho técnico-construtivo das paredes de taipa de pilão. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-6.

HOFFMANN, M. V.; GONÇALVES, RI. Análise da qualidade da taipa de pilão por meio de ondas ultrasônicas. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-9.

JIMÉNEZ, Y. G. A. BTC adicionados con diferentes concentraciones de mucílago de nopal y sábila en el agua de mezclado. In: X Seminario Iberoamericano de Arquitectura y Construcción con Tierra. **Anais...** Salto, Uruguay: UDELAR, 2010. CD-ROM. p.119-128.

LIPOVETSKY, G.**A sociedade da decepção.**Barueri: Manole, 2007. 84p.

MAG, A.; RAUCH, M. Paredes de tapial y su industrialización (encofrados y sistemas de compactación). In: **Informes de la Construcción, 63**(523), 2011. p.35-40.

MELLACE, R. F.; ALDERETE, C. F.; ARIAS, L. E. Centro regional de investigaciones de tierra cruda - Sistema Constructivo "LAMARS". In: I Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra. **Anais...** Edição: C. Neves; C. Santiago. Salvador: 2002. p.57-69.

MILANI, A. P.S.; BERTOCINI, S. R.; CASTRO, H.M. Uso de resíduo da britagem de rochas basálticas na fabricação de blocos de terra comprimida. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-11.

MILANI, A. P. S.; SILVA, T. S. Uso do resíduo de minério de ferro como estabilizante de solo da região do pantanal sul mato-grossense. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-8.

MORALES, R. A.; BECERRIL, A. L. Sistemas de cubiertas y entrepisos de bajo impacto ambiental. El caso de las bóvedas mexicanas. In: VIII Seminario Iberoamericano de Construcción con Tierra. **Anais...** Tucumán, Argentina: UNT, 2009. p.163-176.

NEVES, C. M.M. Inovações tecnológicas em construção com terra na Ibero-América. In: **Workshop Arquitetura de Terra**, Ornstein, Sheila Walbe (coord). São Paulo, FAUUSP, 1995. p.49-60.

NORBERG-SCHULZ, C. O fenômeno do lugar. In: **Uma nova agenda para a arquitetura: antologia teórica (1965-1995).** São Paulo: Cosac Naify, 2ª ed.rev., 2008.

RAPISARDA, M. A. Sistema constructivo LAMARS. In: **2do Encuentro de Jóvenes Investigadores en Ciencia y Tecnología de Materiales**. Posadas, Argentina: CRIATiC / UNT. 2008. 6p.

SALMAR, E.; NEGREIROS, A.; TOGNON, M. Patologias da arquitetura de terra: avaliação pós 10 anos de uso de uma residência construída em solo-cimento monolítico. In: IV Seminário Ibero-Americano de Construção com Terra. **Anais...** Monsaraz, Portugal: Escola Superior Gallaecia, 2005. CD-ROM. p.1-11.

SILVA, A.S.; MILANI, A. P.S.; BERTOCINI, S. R. Avaliação preliminar de métodos de ensaio para caracterização mecânica de blocos de terra comprimida. In: III Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...** Campo Grande: UFMS, 2010. CD-ROM. p.1-10.

SOARES, J. W.; BERTINI, A. A.; TAVARES JR, E. de S. Bloco de terra compactada com adição de cinza de carvão mineral. In: IV Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais...**Fortaleza: UFC, 2012. CD-ROM. p.1-8.

UNHABITAT - United Nations Centre for Human Settlements. **Earth construction technology.** Nairobi, United Nations Centre for Human Settlements, 1992. 200p.

VARGAS, M. Técnica, Tecnologia e Ciência. In: **Revista Educação & Tecnologia**, Curitiba, n.6, 2003. p.178-183.

VERALDO, A. C.; PAZ, J. G. S.; YUBA, A. N.; MILANI, A. P. S. Análise do processo de produção de paredes maciças de solo estabilizado a partir do uso de

mecanização. In: V Congresso de Arquitetura e Construção com Terra no Brasil. **Anais**. Viçosa: UFV, 2014. CD-ROM. p.1-9.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O PROCESSO DE ELABORAÇÃO DAS POLÍTICAS AMBIENTAIS DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO: O PAPEL DA UNIVERSIDADE COMO LABORATÓRIO PARA AS CIDADES[1]

ROMERO Marcelo de A. (1); KRONKA MÜLFARTH Roberta C. (2)

(1) FAUUSP, e-mail: maromero@usp.br (2) FAUUSP, e-mail: rkronka@usp.br

RESUMO

A Universidade de São Paulo (USP) é a maior e uma das mais prestigiadas universidades na América do Sul com uma comunidade de aproximadamente 150 mil pessoas. A USP possui 14 campi espalhados pelos Estado de São Paulo e um orçamento anual de 250 milhões de dólares, totalmente financiado pelo estado de São Paulo. Há quase 20 anos, a USP iniciou suas ações na área da sustentabilidade e na redução de impactos ambientais. Devido ao seu imenso tamanho tornou-se necessária a definição de políticas ambientais para os campi antes de tomar qualquer iniciativa e de estabelecer indicadores e metas. Há aproximadamente dois anos, a USP iniciou um abrangente Plano de Gestão Sustentável. Coordenado pela Superintendência de Gestão Ambiental da Universidade (SGA), a partir das seguintes fases:1) Definição das Políticas Ambientais da Universidade (Novembro 2015);2) Definição dos Planos Gestores Sustentáveis (Setembro 2016);3) Planos Diretores com 11 capítulos temáticos para cada campus (Julho 2017); 4) Programas sustentáveis de cada faculdade ou departamento (Dezembro 2017).Todas essas ações estão em andamento e possuem previsão de término ara Dezembro de 2017. Esse trabalho tenta apresentar as metodologias desenvolvidas para alcançar essas metas e os resultados atingidos até o momento.

Palavras-chave: Sustentabilidade campus universitário. Políticas. Planos de sustentabilidade. Diagnóstico de sustentabilidade.

ABSTRACT

The University of Sao Paulo (USP) is the largest and one of the most prestigious university in South America with a population of nearly 150,000 people. The USP has 14 campuses around the state of Sao Paulo and an annual budget of US$ 250 million, totally supported by the State of Sao Paulo - Brazil. Almost twenty years ago, USP started its actions in the area of sustainability and reductions of their environmental impacts. Due to its immense size, it was necessary to define environmental policies for all campuses prior to decision-making and the establishment of indicators and targets. Nearly two years, USP initiated a comprehensive Sustainability Management Plan. Coordinated by the Superintendence of Environmental Management of the university (SGA), this plan was designed into the following phases:1) Definition of an Sustainability Issues Policy for the university (November 2015);2) Sustainability Issues Plans definition (September 2016);3) Sustainability Masterplans with 11 thematic chapters for each campus (July 2017);4) Sustainability Programs of each school or departments (December 2017).All these actions are ongoing and the deadline for its

[1] ROMERO, Marcelo de; KRONKA MÜLFARTH Roberta C. O processo de elaboração das políticas ambientais da universidade de São Paulo: o papel da universidade como laboratório para as cidades. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016..

completion is December 2017. This work intends to present the methodologies developed to achieve these goals and the results already achieved.

***Keywords**: University campus sustainability. Policies. Sustainability plan. Sustainability diagnosis.*

1 INTRODUÇÃO

Em 2010 o Brasil, dada a crescente visibilidade das condições ambientais, promulgou-se a Lei 12.305/2010 que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). A principal finalidade dessa extensa política é a internalização dos custos e obrigações de produtores e consumidores, estabelecendo e promovendo uma inversão de logística e de gestão de materiais (JABBOUR, 2013).

Devido a esse requisito da Lei, USP organizou em 2012, um Grupo de Trabalho (GT) a fim de se adaptar às exigências de PNRS. Embora este processo não esteja finalizado, a estrutura da política de resíduos sólidos USP segue as diretrizes estabelecidas pela PNRS:

- 1ª fase: Definição de uma política (sujeito e aplicações, definições, princípios, diretrizes, disposições preliminares; ferramentas de gestão, ferramentas administrativas e financeiras, responsabilidades e proibição);
- 2ª fase: Definição de um Plano de Gestão de Políticas (metas e indicadores);
- 3ª fase: Definição de ações (ações por Cadastro Nacional de Pessoa Jurídica - CNPJ).

Juntamente com as obrigações do Grupo de Trabalho de Resíduos Sólidos, a Universidade de São Paulo criou em 2012, a Superintendência de Gestão Ambiental - SGA. O principal objetivo da SGA é planejar, implantar, manter e promover a sustentabilidade ambiental nos 14 campi e nas áreas de pesquisa.

Em seu segundo mandato (2014) iniciou-se o processo de construção do "USP Ambiental" com base na estrutura da Política de Resíduos Sólidos da USP, orientada pela PNRS.

2 PLANOS DE SUSTENTABILIDADE

No processo de incorporação das variáveis de sustentabilidade pelos agentes da sociedade é válido mencionar o papel das universidades, que em sua função primária de construção do conhecimento, tem o dever de fortalecer seu papel de intermediário entre governo local e sociedade, não apenas promovendo fóruns de discussão, mas principalmente como um importante agente frente a essas mudanças (Kronka Mülfarth, 2006).

De acordo com Environmental Protection Agency EPA (2015), Planos de Sustentabilidade são planos desenvolvidos por uma organização ou governo para atingir metas que promovam sustentabilidade ambiental, comunitária e financeira. Esses planos delimitam metas que são particulares para a

organização em questão. O plano vai também estabelecer diretrizes para atingir e mensurar o impacto desses objetivos.

Adicionalmente às iniciativas dessas universidades é importante notar que há também ações conjuntas com o objetivo de não apenas fortalecer o papel das universidades, mas de ajudar na adoção de diretrizes, metas e ações em direção a campis mais sustentáveis. A criação de redes de universidades, não só tem ajudado neste processo, mas também são importantes fóruns de discussão sobre a implementação de referências mais sustentáveis.

O *ISCN – Rede Internacional para Campi Sustentáveis* (2016), fundada em 2007, com mais de 70 universidades de mais de 20 países em 06 continentes, é um exemplo. A ideia de network não é apenas para ajudar as universidades com a implementação do desafio do plano de sustentabilidade, mas também para prover um fórum global para auxiliar as faculdades à frente do plano, universidades, e campi corporativos na troca de informações, ideias, e melhores práticas para alcançar ações sustentáveis no campus e integração da sustentabilidade à pesquisa e ao ensino.

Outro exemplo é *WC2 – World Cities World Class University Network* (Stiasny, 2013). A rede foi desenvolvida com o objetivo de agrupar as melhores universidades localizadas no coração das maiores cidades do mundo a fim de tratar questões culturais, ambientais e políticas de interesse comum às cidades globais e suas universidades. Promovendo interações próximas entre universidades, governos locais e comunidades empresariais, WC2 vai ajudar a criar um fórum onde universidades podem ser mais sensíveis às necessidades de seus colaboradores no contexto de cidades globais.

A Parceria Global de Universidades em Meio Ambiente para a Sustentabilidade (GUPES) é um dos programas da UNEP Unidade de Formação para Educação Ambiental (EETU). GUPES foi o resultado de um fórum consultivo organizado pela UNEP e seus parceiros para deliberar sobre formas de elevar o engajamento da UNEP com as universidades. Atualmente, mais de 680 universidades e parceiros locais/pontos focais dos cinco diferentes continentes como parte do crescimento da rede de contatos da GUPES (UNEP 2013).

ARIUSA é uma rede de redes de universidades ambientais criada em Bogotá em outubro de 2007 cujo propósito é promover e apoiar a coordenação de ações no campo de educação ambiental superior, bem como cooperação acadêmica e científica entre Redes de Universidades para Meio Ambiente e Sustentabilidade (Sáenz, 2014).

A rede RISU - *Red De Indicadores De Sostenibilidad En Las Universidades* é um exemplo importante não apenas para promover a troca de experiências no estabelecimento de indicadores das universidades participantes, mas também por coletas periódicas de informações para que as universidades definam suas metas (Álamo, 2015).

O Projeto RISU "Definindo indicadores para avaliar a implementação da sustentabilidade nas Universidades Latino Américas" foi proposto pelo Instituto de Pesquisa para Educação Superior e Ciência (INAECU Institute) em colaboração com a Red de Indicadores de Sostenibilidad Universitaria (RISU) da ARIUSA e com financiamento do Centro de Estudios de América Latina na Universidad Autónoma de Madrid (UAM) e Banco Santander, e apoio da GUPES América Latina.

No total, 65 universidades distribuídas em 10 países da América Latina (Argentina, Brasil, Colombia, Costa Rica, Chile, Guatemala, México, Peru, República Dominicana e Venezuela) participaram de forma voluntária no projeto. Os países com maior representação no estudo são México com 15 universidades, Brasil com 13 universidades e Chile com 10. O número de universidades nesses 3 países represente 50% da amostra. É importante notar que esses países tem um maior número de universidades comparado com o resto dos países participantes (Álamo, 2015).

Em relação à Política de Sustentabilidade no Projeto RISU, é importante observar que apenas 35% das universidades tem um plano de comunicação associado com suas políticas ou estratégias de sustentabilidade e ainda uma pequena proporção das universidades (30%) tem um comite de sustentabilidade ou conselho com estudantes, acadêmicos e equipe de apoio que pode inspecionar e monitorar a implementação de políticas de sustentabilidade (Álamo, 2015).

3 POLÍTICA AMBIENTAL DA USP

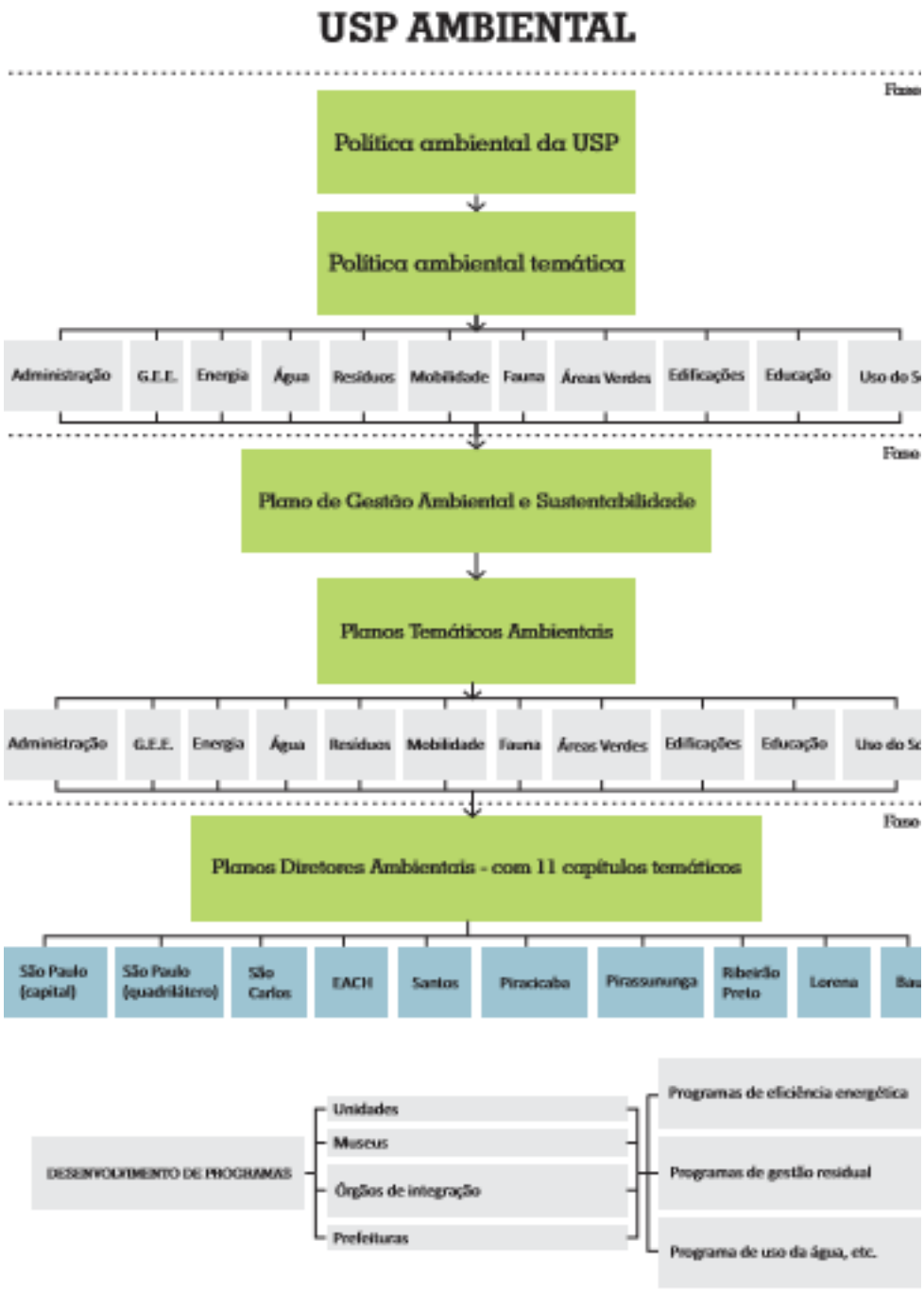
Com base no contexto descrito anteriormente, a USP, estando consciente da importância do estabelecimento de uma Política Ambiental, decidiu desenvolver as Políticas Ambientais baseando-se na estrutura proposta pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Como uma autarquia, a USP optou por adotar a mesma estrutura e princípios da PNRS. Consequentemente, o cronograma para a construção das Políticas Ambientais ficou definido em quatro fases:

- Fase 01 – Definição das Políticas Ambientais da Universidade
- Fase 02 – Definição dos Planos Gestores Temáticos Sustentáveis
- Fase 03 – Planos Diretores com 11 capítulos temáticos para cada campus
- Fase 04 – Programas sustentáveis de cada faculdade ou departamento

Atualmente a USP encontra-se na finalização da fase 02.

Figura 01: Organograma de implantação do USP Ambiental



Fonte: (elaboração própria)

3.1 Fase 01 – Definição das Políticas Ambientais

A Política Ambiental da USP foi dividida em 11 + 01 seções, 11 políticas temáticas e 01 política de gestão das demais políticas temáticas, como indicado a seguir:

1. Sustentabilidade na Administração;
2. Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e de Gases Poluentes;
3. Energia;
4. Água e Efluentes;
5. Resíduos Sólidos;
6. Mobilidade;
7. Fauna;
8. Áreas Verdes e Reservas Ecológicas;
9. Edificações Sustentáveis;
10. Educação Ambiental;
11. Uso e Ocupação Territorial; e
12. Política Ambiental na Universidade.

A última, Política Ambiental na Universidade, organiza as políticas temáticas nos termos da estrutura administrativa da USP.

A partir dessa subdivisão, foram constituídos 12 grupos de trabalho (GT), envolvendo cerca de 300 pessoas incluindo docentes, alunos e funcionários, que foram responsáveis pela elaboração de 12 documentos que seguem a seguinte estrutura:

- Objetivo e Campo de Aplicação;
- Definições;
- Princípios;
- Orientações;
- Metas;
- Disposições Preliminares;
- Ferramentas de Gestão;
- Ferramentas Administrativas e Financeiras;
- Responsabilidades; e
- Proibições.

A elaboração das minutas das Políticas Temáticas ocorreu no período de setembro de 2014 a outubro de 2015, mediante as seguintes etapas:

a) identificação de temas ambientais considerados de maior relevância para a USP;

b) convite e formalização dos GTs junto aos dirigentes dos campi, com a mobilização de cerca de 200 participantes;

c) definição de acordos e princípios para elaboração das minutas de forma participativa, com respeito às diversidades dos campi, e, considerando, ainda, as iniciativas existentes;

d) estruturação de modelo padrão para redação das políticas;

e) realização de encontros periódicos (quinzenais e/ou mensais) entre membros dos GTs;

f) realização de quatro encontros com os coordenadores do GTs;

g) realização de encontros com Prefeitos e Presidentes de Conselhos Gestores dos campi;

h) realização de workshop para apresentação e discussão das políticas temáticas para todos os dirigentes, docentes e servidores técnicos e administrativos da USP e, ainda, para especialistas externos;

i) apresentação das políticas temáticas para convidados de universidades internacionais, da Secretaria Estadual de Meio Ambiente, da Secretaria Municipal de São Paulo e do Presidente da FAPESP.

Os GTs, possuem como princípios básicos: a racionalidade e a responsabilidade no uso dos recursos naturais e econômicos, a visão sistêmica e interdisciplinar, a prevenção e a precaução, a cooperação, o acesso à informação, a conscientização, a utilização das melhores tecnologias disponíveis, a transparência, a participação de toda a comunidade, o desenvolvimento de uma visão interseccional e interdisciplinar, considerando as diversas dimensões afetadas pela administração da Universidade.

Essa fase foi concluída em Novembro de 2015 e estabeleceu as seguintes políticas da USP:

3.1.1 Política Ambiental na Universidade

A Política Ambiental da Universidade foi criada pela necessidade de um documento que norteasse e legitimasse as ações socioambientais na Universidade de São Paulo, de forma a promover uma gestão ambiental mais eficiente e em acordo com os princípios da Universidade. Os temas abordados são: administração, água e efluentes, áreas verdes e reservas ecológicas, edificações sustentáveis, educação ambiental, emissões de gases do efeito estufa e gases poluentes, energia, gestão de fauna, mobilidade, resíduos e uso e ocupação territorial.

Dessa forma, a Política Ambiental da USP será a base para orientar a formulação do Plano de Gestão Ambiental, dos Planos de Gestão Ambiental Temáticos e dos Planos Diretores Ambientais. Assim, através do estabelecimento de objetivos e metas decorrentes do diagnóstico, esses documentos estabelecerão uma estrutura melhor definida para a gestão ambiental da Universidade.

Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

- o Sistema Corporativo Informatizado de dados e monitoramento ambiental;
- monitoramento e controle de desempenho ambiental;
- a cooperação entre Unidades e com a sociedade como um todo;

• processos educativos continuados;

• as certificações ambientais, bem como os estudos necessários para consegui-las; e

• a realocação de recursos humanos e financeiros para a gestão ambiental.

3.1.2 Política de Sustentabilidade na Administração

Foi criada com o intuito de reduzir os impactos ambientais das atividades administrativas da Universidade, estabelecendo definições, critérios e metas que norteiem a atuação da Coordenadoria de Administração Geral (CODAGE) e de todos os órgãos administrativos de forma a se adequarem ao compromisso da Universidade de São Paulo com a pauta ambiental. Objetivos principais são:

• instituição de alíneas orçamentárias promovendo o cumprimento desta Política;

• a desburocratização dos processos administrativos;

• priorização da aquisição de bens com maior vida útil e com menor custo de manutenção; e

• sistemas eletrônicos como o Sistema da Bolsa Eletrônica de Compras (BEC) e o Sistema Corporativo Informatizado de dados ambientais da USP, além de estudos como o Catálogo Socioambiental e os estudos técnicos de serviços terceirizados (CADTERC) realizados pelo Governo do Estado de São Paulo;

3.1.3 Política de Redução de Emissões de Gases de Efeito Estufa e de Gases Poluentes

Foi criada tendo em vista a necessidade da Universidade de se adequar à legislação, como a Política Nacional de Mudança do Clima, devendo, portanto, elaborar políticas para a prevenção e mitigação de gases poluentes e de efeito estufa. Objetivos principais são:

• avaliação de impactos ambientais;

• licenciamento ambiental;

• a formação socioambiental da comunidade USP;

• o diagnóstico e monitoramento das emissões da Universidade, com um acompanhamento da sua redução com indicadores; e

• adotar medidas de prevenção, mitigação e adaptação face às mudanças climáticas.

3.1.4 Política de Energia

Foi criada para promover o estudo da questão energética da USP, tendo em vista que é vital que sua gestão deve priorizar a conservação e o uso racional, além de cumprir as determinações legais, como o previsto na Política Nacional de Energia, na Política Nacional de Eficiência Energética e nas normas pertinentes editadas pelos órgãos competentes. Objetivos principais são:

• realização de um diagnóstico completo sobre a situação da energia na Universidade, incluindo indicadores e inventários; e

• o Programa de Eficiência Energética conduzido pela SEF – Superintendência dos Espaços Físicos e pela SGA.

3.1.4 Política de Água e Efluentes

Foi criada pelo reconhecimento da escassez de água e a consequente necessidade de racionalização do seu uso, além da preservação dos corpos d'água. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

• um diagnóstico geral incluindo indicadores de qualidade, de lançamento de efluentes, de consumo e perdas de água;

• as certificações de desempenho e de qualidade ambiental;

• o controle das outorgas de direito de uso de recursos hídricos; e

• proibição do uso de água subterrânea, de água superficial, de água de reuso e o lançamento de efluentes em corpos d'água sem a devida outorga dos órgãos competentes e sem que seja apresentado um estudo adicional.

3.1.5 Política de Resíduos Sólidos

Foi criada em decorrência da imprescindibilidade de uma gestão de resíduos sólidos em acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos, de forma a reduzir impactos ambientais dos bens descartados das atividades humanas, incluindo os resíduos perigosos. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

• inventários de resíduos;

• coleta seletiva; e

• continuidade dos processos educativos.

3.1.6 Política de Mobilidade

Foi criada pela percepção da necessidade de melhorar a mobilidade nos campi e entre os campi, de forma que estes possam realizar a missão da Universidade e suas atividades regulares. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

• estabelecer uma integração com o entorno e entre os meios de transporte;

• priorização dos meios de transportes não motorizados e público coletivo, desestimulando o uso do transporte individual motorizado;

• incentivo à mobilidade ativa através de infraestrutura adequada de forma a promover o uso dos meios de transporte considerados mais adequados pela Universidade por favorecerem a saúde, o bem-estar e o convívio social; e

• incentivo ao desenvolvimento de estudos acerca do tema da mobilidade, além do uso de fontes de energia renováveis e menos poluentes com menor impacto ao meio ambiente e à saúde pública.

3.1.7 Política de Fauna

Foi criada com base na percepção de que, já que os campi abrigam espécies de fauna, as quais interagirão com os seres humanos, há a necessidade de uma política que norteie as ações da administração. Para permitir uma minimização dos riscos da interação humano-fauna, é vital que haja mudanças de comportamento na gestão e manejo da fauna. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

- programas de formação socioambiental para a comunidade USP;
- diagnóstico e levantamento da fauna e das interações humano-fauna;
- zoneamento do uso e ocupação territorial dos campi;
- a capacitação e treinamento técnico; e
- a proibição de alimentação de animais, bem como seu abandono ou captura.

3.1.8 Política de Áreas Verdes e Reservas Ecológicas

Foi criada tendo em vista a responsabilidade da Universidade pela proteção do seu patrimônio ecológico, atendendo aos preceitos de sustentabilidade. Ademais, a USP compromete-se com a liderança institucional e a proatividade, bem como ao cumprimento da legislação. A preservação das áreas verdes promove a conservação de recursos hídricos e da biodiversidade, mantém a qualidade do ar e o controle climático, dentre diversos outros benefícios. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

- a formação socioambiental da comunidade USP;
- os Planos Diretores Ambientais Urbanos;
- os inventários e mapas, incluindo indicadores; e
- os Planos de Regularização Ambiental.

3.1.9 Política de Edificações Sustentáveis

Foi criada tendo em vista a necessidade urgente da adoção de ações que visem à sustentabilidade das edificações da Universidade, poupando recursos naturais vitais, como água e energia, além de recursos financeiros. Essa racionalização deve ser adotada na manutenção, reforma, restauração ou ampliação das edificações existentes, bem como na que construção de novas edificações.

O GT trabalha com o intuito de promover projetos arquitetônicos que utilizem as condições naturais do local de forma a reduzir a demanda energética e de água, o uso de matérias reciclados ou recicláveis e na menor medida possível, desde que não comprometam a durabilidade da edificação, minimizar a impermeabilização do solo, garantir a acessibilidade universal, bem como a funcionalidade e a segurança do trabalho. Objetiva-se contemplar a saúde, a produtividade, o conforto ambiental e a qualidade do ar dos ocupantes.

Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

• a elaboração de uma certificação de desempenho ambiental;

•a formulação de indicadores que avaliem o desempenho térmico, luminoso, acústico e energético, bem como a durabilidade da própria estrutura física; e

•a utilização de normas e técnicas reconhecidas nacional ou internacionalmente.

3.1.10 Política de Educação Ambiental

Foi criada considerando a Lei da Política Nacional de Educação Ambiental, a qual determina que a Educação Ambiental esteja presente em todos os níveis de educação formal, além da sua valorização em outros documentos legais, dentre eles a Constituição Federal. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

• formação da comunidade USP como um todo em educomunicação socioambiental;

• fomento a pesquisas e projetos sobre o tema da Educação Ambiental, promovendo o monitoramento e avaliação do progresso, além de sua valorização e divulgação; e

• criação de cursos específicos que considerem o aspecto metodológico da Educação Ambiental.

3.1.11 Política de Uso e Ocupação Territorial

Foi criada tendo em vista a necessidade de atender à legislação, promovendo uma adequada gestão dos terrenos dos campi, além de um uso e ocupação que respeitem o equilíbrio ecológico. Alguns dos meios para alcançar estes objetivos são:

• o monitoramento dos dados no Sistema Corporativo Informatizado da USP, resultando num diagnóstico da questão do uso e ocupação territorial; e

• licenciamento ambiental.

3.2 Fase 02 – Definição dos Planos Gestores Temáticos Sustentáveis

Com a conclusão da primeira fase e dos 12 documentos, Planos Gestores Temáticos para cada política que contêm os detalhes das ações, metas e seus objetivos estão sendo desenvolvidos.

Cronograma: setembro de 2016.

3.3 Fase 03 – Planos Diretores com 11 capítulos temáticos para cada campus

Esses Planos Diretores consideram a diversidade ecológica e urbana de cada local e estarão relacionados com Planos Diretores de cada campus.

Cronograma: Julho de 2017.

3.4 Fase 04 – Programas sustentáveis de cada faculdade ou departamento

Definidas as Políticas Ambientais, os Planos Gestores Temáticos e os Planos Diretores com os 11 capítulos temáticos, será possível identificar as ações e os programas sustentáveis mais pertinentes para cada escola ou departamento.

Cronograma: Dezembro de 2017.

4. CONCLUSÕES

Os planos de sustentabilidade são uma importante ferramenta, principalmente das universidades, com o objetivo de de fortalecer seu papel de intermediário entre governo local e sociedade no processo de incorporação das variáveis de sustentabilidade não apenas promovendo fóruns de discussão, mas principalmente como um importante agente frente a essas mudanças.

Na América Latina, apesar da sua importância, a grande maioria das universidades não desenvolveu políticas de sustentabilidade.

Apesar das ações ambientais e sustentáveis na USP terem se iniciado desde a década de 90, foi apenas com a criação de SGA que muitas dessas ações relacionadas à sustentabilidade, que ocorreram de forma desassociada em alguns dos campi da USP, foram oficializadas e tornaram-se parte integrante de um programa oficial para todos os campi.

A Política de Sustentabilidade USP organizou as ações existentes e as futuras e uniu um enorme contingente de faculdades e funcionários em torno da causa ambiental. Com a conclusão da primeira fase, é possível observar que:

_ há grande coesão entre corpo docente e funcionário a respeito dos problemas de sustentabilidade;

_ professores e funcionários têm agora grande responsabilidade nas suas ações relacionadas à sustentabilidade; e

_ após a criação da Política Ambiental da USP ocorreu uma clara definição não só do diagnóstico acerca da universidade, mas, principalmente, sobre a definição de objetivos, metas e prazos.

Com a conclusão da USP Ambiental da Universidade de São Paulo espera alcançar todas as metas durante o seu centenário, em 2034, em comemoração de seu centenário.

REFERÊNCIAS

Álamo, J. B.– RisuProject, **Development of Indicators to assess the implementation of Sustainability Policies in Latin America universities** – Instituto Inaecu, Madrid. (2015)

Delitti, W. E Cerri. D, **Inventário das Emissões de Gases do Efeito Estufa,**, São Paulo. Extraído de http://www.sga.usp.br/?p=2035 . Acesso em maio de 2013.

EPA Environmental Protection Agency**, Strategic Sustainability Performance Plan 2015, EPA, Washington.** Extraído de https://www.epa.gov/sites/production/files/201511/documents/epa_strategic_sustainability_performance_plan_2015.pdf Acesso em setembro de 2015.

Harvard – **Sustainability Plan. Harvard Office of Sustainability, Cambridge.** Extraído de http://green.harvard.edu/commitment/our-vision - 2015 Acesso em setembro de 2015.

ISCN International Sustainable Campuses Network, **Demonstrating Sustainable Development in Higher Education, 2016 Sustainable Campus Best Practices from ISCN and GULF Universities**; ISCN Sustainserv, Boston. Extraído de http://www.international-sustainable-campus-network.org/downloads/general/441-2016-iscn-gulf-best-practice-report/file Acesso em fevereiro de 2016.

Jabbour, Ana Beatriz L. S., et al, **Brazil´s new national policy on solid waste: challenges and opportunities**, Clean Technology Environmental Policy, Springer-Verlag Berlin Heidelberg. (2013)

Kronka Mülfarth, R. C., A sustentabilidade e a arquitetura, Arquitetura e Urbanismo Magazine, v. 147, Sao Paulo, Brasil (2006).

PNRS Política Nacional dos Resíduos Sólidos, República Federativa do Brasil. Extraído de http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm Acesso em dezembro de 2010.

Sáenz, O.– **Universidades y Sostenibilidad en América Latina y el Caribe. Informes sobre los Foros Nacionales y Latinoamericano realizados en 2013**, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales; BUAS, Bogotá, (2014).

SGA Superintendência de Gestão Ambiental (2016). Extraído de http://www.sga.usp.br acesso em janeiro de 2016.

Stiasny, M. and Gore, T., **Going Global: Identifying Trends and Drivers of International Education**, Emerald Group Publishing Limited, UK (2013).

UNEP *United Nations Environment Programme*, Greening Universities Toolkit: Transforming Universities into Green and Sustainable Campuses, A Toolkit for implementers. Extraído de http://www.unep.org/training/programmes/gupes.asp Acesso em agosto de 2013.

USP Universidade de São Paulo, Statistical Yearbook. Extraído de https://uspdigital.usp.br/anuario/AnuarioControle Acesso em fevereiro de 2016.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE O NÍVEL DE EFETIVIDADE DOS PROCESSOS E EM MEIO AMBIENTE, SAÚDE E SEGURANÇA NA CONSTRUÇÃO CIVIL[1]

PORTELINHA NETO, João Martins (1); IAROZINSKI NETO, Alfredo (2); MAIA, Alessandra Tourinho (3)

(1) UTFPR, e-mail: j_portelinha@hotmail.com; (2) UTFPR, e-mail: alfredo.iarozinski@gmail.com; (3) Universidade Positivo, e-mail: alessandra.tourinho@gmail.com

RESUMO

Duas questões de relevância são frequentemente abordadas quando se busca estudar a construção civil: sustentabilidade; e a necessidade de se aumentar a produtividade no setor. No entanto, poucos são os estudos que buscam associá-las. A sustentabilidade é importante para o setor, pois este é o maior gerador de resíduos e o maior consumidor de recursos naturais no mundo; é também reconhecido pela baixa eficiência e elevado desperdício. Este trabalho analisa dados de uma pesquisa com 118 empresas do setor da construção civil e os compara para avaliar a correlação entre o nível de efetividade dos processos ligados a meio ambiente, saúde e segurança, e o nível de efetividade dos demais processos. De acordo com o resultado, em 94% das empresas analisadas, há uma correlação de moderada à alta entre o nível de efetividade dos processos ligados a meio ambiente saúde e segurança e o nível dos demais processos.

Palavras-chave: Construção civil. Construção Enxuta. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Two relevant issues are frequently addressed when it comes to studying the construction industry: sustainability, and the necessity of enhancing the productivity. However, few studies associate both issues. The matter of sustainability is important when it comes to the construction industry because it is the main consumer of natural resources, and it is also the main generator of waste. On the matter of productivity, the low efficiency of the sector when compared to other industry sectors is also relevant. And the high level of waste is a consequence of the low efficiency. This study analyzes data from 118 companies from the construction industry and compares them to assess the correlation between the level of effectiveness of processes associated to Environment, Health and Safety (EHS), and the level of effectiveness of the further processes. According to the results, in 94% of the companies analyzed there is a moderate or high correlation between the level of effectiveness of the processes associated to EHS and the level of the further processes.

***Keywords**: Construction Industry. Lean Construction. Sustainability.*

[1] PORTELINHA NETO, J. M.; IAROZINSKI NETO, A.; MAIA, A. T.. Análise da correlação entre o nível de efetividade dos processos e em meio ambiente, saúde e segurança na construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., 2016, São Paulo.

1 INTRODUÇÃO

A discussão quanto aos impactos no ambiente causados pelo setor da construção civil no Brasil e no mundo é justificada pelos números levantados por diversos estudos que colocam o setor como o maior consumidor de recursos naturais, e também como maior gerador de resíduos do mundo.

Além disso, o setor é caracterizado por um elevado índice de desperdício de material e de mão de obra, e pela baixa produtividade (BERNARDES, et. al., 1998; COSTA, 2003; ABIKO et. al., 2005, *apud* MORGAN; RAMOS, 2008, p. 58), apesar de os programas de melhoria da qualidade terem sido amplamente difundidos nas empresas do setor da construção civil (CARPINETTI; ROSSI, 1998, *apud* MALDANER, 2003, p. 25).

No entanto, ganhos com produtividade e redução de desperdício podem ser atingidos por meio da adoção dos conceitos da construção enxuta (TOMMELEIN, 1998 apud TOMMELEIN; WEISSENBERGER, 1999), tema pouco abordado na literatura brasileira, como Farias e Almeida (2005) e Farias e Lannes (2004).

Dessa forma, este estudo analisa dados da pesquisa de Maia (2014) aplicada a 118 empresas do setor da construção civil a fim de identificar a correlação entre o nível de efetividade dos processos ligados ao meio ambiente, saúde e segurança no trabalho (MASST) e o nível de efetividade dos demais processos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O setor da construção civil possui importância real na economia brasileira. A recente revisão das contas nacionais realizada pelo Instituo Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE mostrou que no acumulado 2007-2011, o setor cresceu 50%, representando contribuição decisiva em um período entremeado por uma crise financeira de proporções mundiais (SINDUSCON-SP, 2015, p.3).

No entanto, em 2014 o cenário mudou com a progressiva deterioração das condições econômicas e do ambiente de negócios (SINDUSCON-SP, 2015, p. 3). Depois de anos consecutivos de crescimento, a indústria da construção civil apresentou uma queda de 2,6% no ano de 2014 em relação ao ano anterior (IBGE, 2015).

Apesar do impacto positivo para a economia brasileira, a construção civil ganha destaque também quando se trata do seu impacto ao meio ambiente. Estima-se que a cadeia da construção civil utilize em torno de 20 a 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade, consolidando-se como um dos setores que mais consome matérias primas naturais (CARNEIRO et. al, 2001, apud MOURA; DE SÁ, 2013, p. 67). Este elevado consumo está, entre outros fatores, ligado ao elevado índice de desperdício na construção. De acordo com Novaes e Mourão (2008, p. 32), "os resíduos resultantes da construção, manutenção e demolição de casas e edifícios representam de 40 a 60% em massa do resíduo sólido urbano das

grandes cidades". Esse elevado índice de desperdício exerce pressão sobre os recursos naturais e a geração excessiva de resíduos, o que coloca o setor como um dos mais impactantes ao meio ambiente, afetando-o em toda a sua cadeia de produção, desde a extração dos recursos naturais até o seu descarte, que frequentemente no Brasil ocorre de maneira irregular.

2.1 Desenvolvimento sustentável

A definição mais difundida de desenvolvimento sustentável é a apresentada no relatório *Our Common Future* (Nosso Futuro Comum), publicado em 1987, pela Comissão Mundial sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento – CMMAD (CMMAD, 1991, pg. 46) e afirma que: "(...) desenvolvimento sustentável é aquele que atende as necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de as gerações futuras atenderem suas próprias necessidades".

Em 1994, John Elkington (ELKINGTON, 2004, p. 1) cunhou o termo *tripple bottom line* - conhecido no Brasil como "tripé da sustentabilidade" - por sentir que as dimensões social e econômica deveriam ser utilizadas de forma mais integrada ao meio ambiente. O que vai de encontro com o esforço da Cúpula Mundial do Desenvolvimento Sustentável, realizada em 2002, em Johanesburgo, na África do Sul, que conseguiu encontrar um caminho ao dizer que o Desenvolvimento Sustentável tem uma base formada por três pilares - o econômico, o social e o ambiental - e um objetivo fundamental, que é a erradicação da pobreza (OLIVEIRA FILHO, 2004, p. 3).

2.2 Lean & green

Desde meados dos anos 1990 diversos pesquisadores e especialistas em meio ambiente vêm apontando uma forte compatibilidade entre *Lean* e melhorias ambientais, baseados principalmente em estudos de casos (LARSON; GREENWOOD, 2004, apud GORT, 2008, p. 29).

O termo *Lean Production* – traduzido para o português como Produção Enxuta - é fruto do estudo desenvolvido por Womack, Jones e Roos (1992), nele os autores utilizam o termo para expressar os conceitos e princípios do Sistema Toyota de Produção (STP). Segundo os autores, o novo sistema requer "metade do esforço dos operários em fábrica, metade do espaço de fabricação, metade do investimento em ferramentas, metade das horas de planejamento para desenvolver novos produtos em metade do tempo" (WOMACK; JONES; ROOS, 1992, p.3, apud PICCHI, 2001, p. 2), além de requerer bem menos da metade dos estoques atuais de fabricação e resultam em bem menos defeitos, além de ser capaz de produzir uma maior e sempre crescente variedade de produtos.

De acordo com Ohno (1997, p3.), tido como o responsável pelo sucesso do (STP) "Just-in-time significa que, em um processo de fluxo, as partes corretas necessárias à montagem alcançam a linha de montagem no momento em que são necessários e somente na quantidade necessária". Para o autor o estoque zero pode ser atingido ao estabelecer este fluxo integralmente.

Womack, Jones e Roos (1992, apud PICCI, 2001, p.4 e PICCI, 2003, p. 10) em seus estudos estabeleceram as bases da Mentalidade Enxuta em 5 princípios (Quadro 1):

Quadro 1 - Os 5 princípios do Pensamento Enxuto

Valor	O valor deve ser identificado a partir da ótica do cliente. Embora pareça óbvio, são inúmeros os exemplos de empresas que projetam seus produtos e determinam a forma como serviços serão prestados negligenciando aspectos fundamentais para os clientes.
Fluxo de Valor	Identifique a cadeia de valor e remova os desperdícios. Na realização de um produto, desde a matéria prima até sua entrega ao consumidor final, observaremos inúmeras atividades que não agregam valor, do ponto de vista do cliente: transportes, estoques, retrabalhos, etc.
Fluxo	A produção ideal, do ponto de vista da Mentalidade Enxuta, é um fluxo contínuo, peça a peça, sem estoques intermediários nem paradas. Isto traz inúmeros benefícios, dentre os quais: menores lead times (tempos de produção), obrigatoriedade de qualidade 100% e eliminação de vários tipos de desperdícios, tais como movimentos e transportes desnecessários.
Puxar	Para a Mentalidade Enxuta, produzir mais que o necessário, criando estoques (superprodução), é a forma de desperdício mais combatida, inclusive por ser esta uma cultura largamente difundida pela produção em massa. Produção enxuta significa na quantidade certa, na hora certa, somente para atender a demanda.
Perfeição	Gerencie em direção à perfeição. Melhoria contínua, com participação dos níveis operacionais, identificando as causas dos problemas, faz parte da Mentalidade Enxuta e conta com métodos específicos, baseados em "5 por quês", ferramentas da qualidade, etc.

Fonte: Adaptado de Picci (2001, p.4) e Picci (2003, p. 10)

2.2.1 Construção enxuta e a sustentabilidade

Neste sentido, com o objetivo de minimizar o consumo de recursos naturais, geração de resíduos e os impactos advindos destes aspectos, a Produção Enxuta aplicada à construção civil seria uma alternativa para combater estes problemas através do aumento da produtividade. No entanto, apesar da grande adesão por parte dos diversos setores industriais a esta filosofia, inicialmente o setor da construção não acompanhou esta expansão. Apenas em 1992, o Engenheiro Lauri Koskela desafiou a Comunidade da Construção a implementar as técnicas e princípios da mentalidade enxuta, desenvolvendo assim as bases de uma nova filosofia designada de *Lean Construction* ou Construção Enxuta (VIEIRA, 2011, p. 5).

No Quadro 2 são apresentados alguns resultados de estudos que indicam

benefícios em MASST associados à Construção Enxuta:

Quadro 2 - Estudos que associam benefícios em MASST associados à Construção Enxuta

Estudo	Constatação
Tommelein (1998) apud Tommelein e Weissenberger, (1999, p. 111)	Em comparação entre o sistema puxado - que vem do pensamento enxuto – e o sistema empurrado na instalação de canos em uma construção constatou que o sistema empurrado tende a gerar uma quantidade maior de resíduo em comparação ao sistema puxado.
Novak (2012) apud Emuze e Smallwood (2013, p.859)	Usando dados, tanto quantitativos quanto qualitativos, coletados de projetos enxutos exemplares o autor foi capaz de demonstrar uma forte correlação existente entre o pensamento enxuto e o nível de colaboração na entrega de valores sustentáveis.
Koskela, Owen e Dave (2010, p.4)	Analisando as relações e sinergias existentes entre a Construção Enxuta e a Sustentabilidade concluíram que a contribuição entre as duas ocorre de três formas: através do foco na redução de desperdício a construção enxuta irá reduzir o desperdício de materiais e de energia durante a etapa de construção e de manutenção; a maior confiabilidade, tanto na operação quanto no produto, alcançados através do processo enxuto, irá reduzir a quantidade de emissões perigosas; e a ênfase na geração de valor torna mais fácil atingir as metas de sustentabilidade.
Emuze e Smallwood (2013, p 853 e 857)	Em revisão bibliográfica sugerem que a otimização da saúde e segurança do trabalho contribui com melhorias nos custos, meio ambiente, qualidade e performance, redução geral de resíduos, além de uma percepção mais ampla da sustentabilidade. Além disso, concluem que as taxas de acidentes são reduzidas com a implementação da construção enxuta.

Fonte: Autor

Assim, a construção enxuta é apontada como uma forte alternativa na gestão da produção, acarretando em vários benefícios, que podem ser observados no *gemba* (chão de fábrica/canteiro de obra), que a levam a uma trajetória de sucesso na busca pela sustentabilidade. Já existem pesquisadores adeptos da corrente *Lean* e *Green*, que visa obter uma integração das filosofias na busca, não somente pela eficácia dos métodos de produção, mas também na utilização sustentável dos recursos naturais e energéticos, procurando reduzir ou eliminar as falhas, tanto no processo de produção, quanto no consumo e descarte de recursos e energia para a edificação, unindo as expressões 'desperdício zero na produção' à 'construção ecológica', na obtenção da análise sistêmica completa do ciclo de vida do produto edificação, 'do nascimento ao descarte' (LANES;

FARIAS 2004, apud MOURA; DE SÁ, 2014, p. 74).

Demonstrada a importância da construção enxuta para se aproximar do desenvolvimento sustentável no setor da construção civil será apresentada a metodologia utilizada na pesquisa para identificar a correlação entre as características das empresas do setor que mais investem em MASST.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados utilizados no artigo são da pesquisa "Análise setorial das características organizacionais e do nível de efetividade dos processos gerenciais de empresas de construção civil", de Alessandra Tourinho Maia.

Em seu trabalho, Maia realizou uma pesquisa do tipo survey no período entre novembro de 2013 e julho de 2014, onde 134 questionários foram coletados, representando empresas em Curitiba e Região Metropolitana, no Paraná, cuja atividade principal está diretamente ligada à execução de obras de construção civil (MAIA, 2014, p. 118).

A amostra final foi composta por 118, pois 16 questionários foram descartados por não respeitarem critérios estipulados na ferramenta de pesquisa (MAIA, 2014, p.118).

O questionário utilizado é composto de quatro partes, sendo a quarta parte a utilizada neste estudo. Ela aborda o nível de efetividade dos processos nas empresas, e é composta por questões ligadas à Filosofia Lean através da associação de cada uma a um dos cinco princípios do Pensamento Enxuto (Quadro 1).

Esta parte do questionário, "Nível de efetividade dos processos", é composta por 34 questões de múltipla escolha em que o respondente opta por um valor em uma escala que varia de 1 à 7, usada para definir o estágio em que se encontra a empresa, e está fundamentado no questionário desenvolvido por Yuki (2011) *apud* Maia (2014), desenvolvido com base na arquitetura PCF (*Process Classification Framework*), uma taxonomia de processos de negócios multifuncionais destinado a permitir uma comparação objetiva de desempenho dentro e entre organizações, dividida em 12 (Quadro 3) (MAIA, 2014, pg. 86):

Quadro 3 - Classificação usada para determinar questões do questionário

Processos de Operação	Desenvolver visão e estratégia
	Desenvolver produtos e serviços
	Ofertar produtos e serviços
	Entregar produtos e serviços
	Gerir o atendimento aos clientes
	Processos de Gestão
Processos de Gestão	Desenvolver e gerir pessoas
	Gerir tecnologia da informação
	Recursos financeiros

	Adquirir, construir e gerir bens e equipamentos
	Gerir segurança, saúde e meio ambiente
	Relações externas
	Gerir conhecimento, melhoria e mudança

Fonte: Adaptado de Yuki (2011) *apud* Maia (2014)

Quanto ao propósito, a pesquisa se caracteriza por ser descritiva, já que busca identificar as características das empresas que investem em MASST. A amostra é não probabilística e por conveniência.

Através de uma analise de correlação busca-se identificar se há relação entre empresas com elevado nível de efetividade nos processos ligados a MASST e o nível de efetividade dos demais processos, que foram associados aos cinco princípios do pensamento enxuto. As duas questões de referência, ligadas à MASST, que são comparadas com as demais são:

86 - A empresa avalia os impactos ambientais resultantes da execução de seus empreendimentos, processos, produtos e/ou serviços? e

87 - A empresa avalia, desenvolve, e executa programas de saúde, segurança e meio ambiente?

Já que as questões são respondidas baseadas em uma escala ordinal, o coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado para avaliar o grau de relação entre as variáveis. Segundo Lira (2004, p.101) este coeficiente é o mais conhecido para variáveis mensuradas em nível ordinal, designado por "rho" e representado por ρ. A correlação de Spearman não requer a suposição inicial de que a relação entre as variáveis seja linear ou que a distribuição dos dados seja normal (ALMEIDA et al., 2011, p. 12). Uma vez que o coeficiente de correlação está isento de unidades e da ordem de grandeza das variáveis, este toma valores entre -1 e 1, sendo que o valor igual a 0 (zero) significa que não há correlação, enquanto que o valor igual a 1 significa que há uma relação perfeita positiva, e -1 uma relação perfeita negativa (GUIMARÃES, 2008, p. 171).

Este trabalho terá como base as recomendações para análise do valor dos coeficientes de correlação proposta por Hair et al. (2005), que utiliza os critérios apresentados no Quadro 4:

Quadro 4 - Classificação dos coeficientes de correlação

Correlação leve	De 0,01 à 0,20
Correlação pequena	De 0,21 à 0,34
	De 0,35 à 0,40
Correlação moderada	De 0,41 à 0,50
	De 0,51 à 0,70
Correlação alta	De 0,71 à 0,90

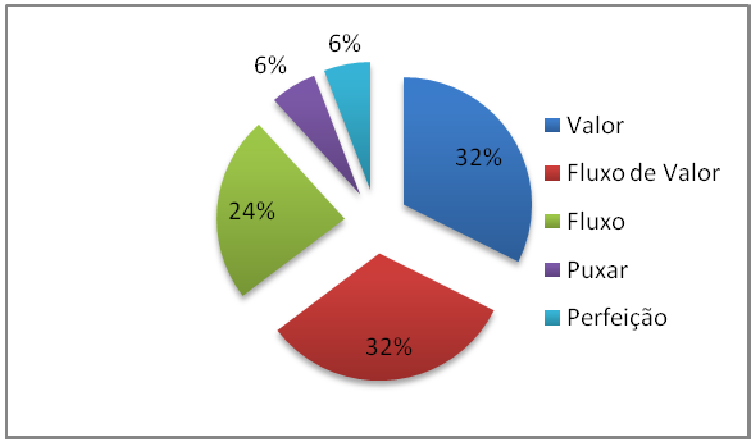
Fonte: Adaptado de Hair *et al.* (2005)

A significância, medida através do teste t de *Student*, é o primeiro requisito para qualificar as correlações. Foram consideradas apenas as correlações com significância de $P \leq 0,05$ (5%).
As variáveis utilizadas na pesquisa, ou seja, as respostas dos questionários, foram adicionadas ao software SPSS para obter as correlações, bem como a sua significância.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Inicialmente, as questões foram classificadas conforme os 5 princípios do Pensamento Enxuto apresentado no Quadro 1. O resultado é apresentado no Gráfico 1:

Gráfico 1 - Questões classificadas de acordo com os 5 Princípios do Pensamento Enxuto

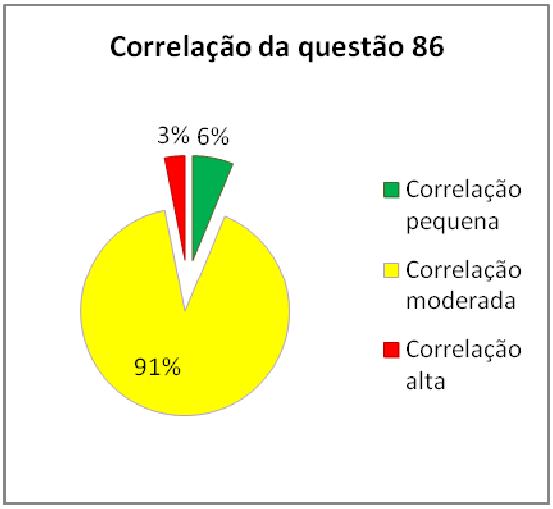


Fonte: Autor

Entre as 34 questões consideradas neste trabalho, incluindo aí as duas questões de referência, 32% se referem ao princípio de Fluxo de Valor, ou seja, são questões que estão relacionadas à agregação de valor nos processos, eliminando aqueles que não agregam valor. Empatado, com 32% das questões, tem-se o princípio Valor, ou seja, são questões que abordam processos cujo objetivo é identificar o que o cliente - definido de acordo com a sua estratégia - valoriza, para ser capaz de oferecer aquilo este busca. Com 24% do total das questões tem-se o princípio Fluxo, que engloba as questões que consideram a padronização e a redução de variabilidade para proporcionar um fluxo contínuo entre os processos. Com 6% das questões, o princípio Puxar está ligado ao *Just-In-Time*, ou seja, questões que avaliam se os processos estão estruturados de forma que as exigências do mercado puxem a produção, eliminando desperdício, minimizando estoques, e no caso da construção civil, fazendo com que os recursos sejam mais flexíveis. Por fim, também com 6% das questões consideradas no trabalho, tem-se o princípio Perfeição, que está relacionado à melhoria contínua e ao *Benchmarking*, ou seja, comparar os indicadores internos com indicadores de empresas que são referência no mercado ou com seus concorrentes.

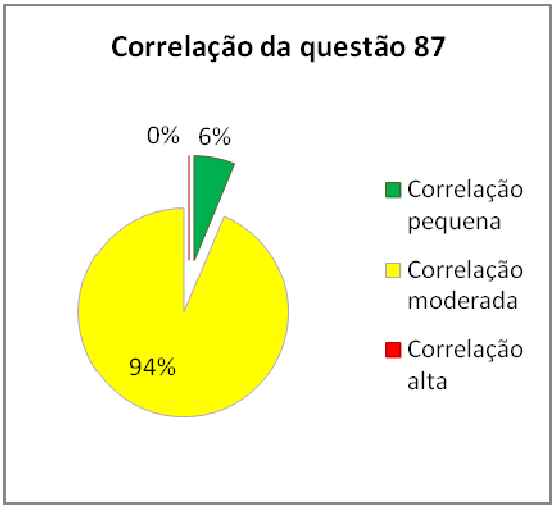
A síntese do resultado das correlações são apresentadas no Gráfico 2 e Gráfico 3. Este resultado exclui a correlação entre as duas questões de referência, que abordam o tema de MASST, e cada um apresenta a correlação de uma das questões de referência com as demais.

Gráfico 2 – Quantidade e nível de correlações com a questão 86 "Avaliação dos Impactos Ambientais"



Fonte: Autor

Gráfico 3 – Quantidade e nível de correções com a questão 87 "Desenvolvimento de Programa de Saúde e Meio Ambiente"



Fonte: Autor

Na análise das correlações houve apenas uma correlação alta (com ρ maior ou igual a 0,7), que ocorreu na associação entre a questão 86 com a questão 88, que avalia se "A empresa planeja, constrói e gere suas relações com os credores/investidores, analistas de mercado, acionistas, mídia, órgãos do governo, comunidade, grupos industriais ou de serviços". Avaliando a correlação desta mesma questão com a questão 87, nota-se que, apesar de moderada, esta também é a segunda correlação mais alta, atingindo um ρ = 0,69. Esta questão, cuja correlação é a maior identificada com as questões de referência, foi classificada com o princípio de Valor, pois está ligada com a relação da empresa com os seus *stakeholders* e, portanto, com a sua imagem perante estes.

Quando se analisa as questões cuja correlação é existente, porém pequena (com ρ entre 0,21 e 0,4), as duas questões de referência novamente possuem resultado parecido, apresentando correlação pequena com as questões 66 e 67, que avaliam respectivamente se "A empresa possui um processo de marketing" e se "A empresa possui um processo de venda". Nota-se que ambas as questões estão associadas ao princípio de Valor, mais precisamente ao processo de marketing e vendas das empresas, o que pode indicar que dentre as empresas analisadas, as que mais valorizam estas questões possuem um baixo desempenho em MASST.

Pode-se observar que a maioria das questões possui correlação moderada

(com ρ entre 0,41 e 0,7) com as questões de referência, (91% com a questão 86 e 94% com a questão 87), sendo que 94% das questões analisadas apresentaram correlação de moderada a alta e apenas 6% apresentaram correlação baixa. Nenhuma apresentou correlação fraca nula, o que pode ser um indício de que empresas que investem em MASST também investem no aprimoramento de seus processos conforme os princípios do Pensamento Enxuto.

5 CONCLUSÕES

Através do questionário aplicado a 127 profissionais que atuam na área da construção civil foi possível identificar o nível de efetividade dos processos nas empresas em que atuam, de acordo com as suas percepções.

Entre as 34 questões analisadas, duas medem a efetividade dos processos com relação a questões que envolvem meio ambiente, saúde e segurança no trabalho - MASST, tornando oportuna a avaliação da correlação entre estas duas questões e as demais. Todas as questões estão associadas ao Pensamento Enxuto, o que fica evidente através da classificação das questões de acordo com os cinco princípios da Produção Enxuta de Womack, Jones e Roos (1992).

Esta abordagem, relacionando o Pensamento Enxuto com a Sustentabilidade, vem sendo abordada em estudos internacionais, entretanto, no Brasil, ainda são poucos os estudos que relacionam os dois temas.

A análise de correlações indicou que há uma relação que vai de moderada à forte entre as duas questões que abordam MASST com 94% das demais questões avaliadas. Sendo que as questões restantes – que representam 6% do total - também apresentam correlação, porém fraca.

Entretanto, por se tratar de uma amostra não probabilística estes resultados não podem ser extrapolados para todo o universo de empresas do ramo da construção civil no país, por exemplo, estando restrito ao universo de empresas pesquisadas.

Ainda assim, a análise estatística evidencia que há correlação para afirmar que, entre as empresas analisadas, as que possuem um bom desempenho em MASST, também possuem bom desempenho nas demais questões que avaliam a efetividade dos processos realizados na empresa. E consequentemente, as empresas pesquisadas que mais investem em MASST são também as que mais se aproximam na prática do Pensamento Enxuto.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA. José A. J. de. *et al*. **Definindo o perfil de consumo consciente da população recifense: a identificação do papel do indivíduo por meio de suas atitudes e comportamentos**. In: XXXI ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. 2011, Belo Horizonte. Disponível em:

<http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2011_tn_sto_145_911_18263.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Contagem Populacional - IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Contas Nacionais, 2015.

CMMAD - Comissão Mundial Sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento. **Nosso Futuro Comum**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1991.

SINDUSCON-SP - Sindicado da Construção Civil do Estado de São Paulo. **Conjuntura Da Construção Civil**. São Paulo: Sinduscon-SP. 2015. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/conjunturadaconstrucao/conjuntura_mar15.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

EMUZE, Fidelis; SMALLWOOD, John. **The integration of health and safety (H&S), lean and sustainability in construction:** a literature review. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGCL 21), 2013, Fortaleza, pg. 853-862. Ago. 2013. Disponível em: <http://iglc.net/Papers/Details/87> Acesso em: 29 mai. 2015.

ELKINGTON, John. **Enter the Triple Bottom Line**. Ed. ____, ___. 2004. Disponível em: <http://kmhassociates.ca/resources/1/Triple%20Bottom%20Line%20a%20history%201961-2001.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

FARIAS, José Rodrigues; ALMEIDA, Fábio. **Promovendo o pensamento enxuto e sustentável na construção civil através do desenvolvimento do modelo *lean + green***. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 10. 2005, Porto Alegre.

FARIAS, José Rodrigues; LANNES, Ailton. **O conceito *Leen Green* de construção:** proposta de integração dos modelos Lean Construction e Green Building, aplicado à indústria da construção civil, subsetor edificações. In: ENCONTRO NAC. DE ENG. DE PRODUÇÃO, 8. 2004, Florianópolis.

GORT, Rudolphus E. **Lean and Sustainability**. How Can They Reinforce Each Other?. 2008, 72 f. Management Project (Master in Business Administration) - TiasNimbas Business School. ___, 2008. Disponível em: <http://www.leanvertaald.nl/wp-content/uploads/2013/06/LeanSustainabilityThesis20080909g.pdf> Acesso em: 29 mai. 2015.

GUIMARÃES. Paulo Ricardo B. **Métodos Quantitativos Estatísticos**. Curitiba: IESDE Brasil S.A., 2008. Disponível em: <http://people.ufpr.br/~prbg/public_html/ce003/livro%20prbg.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

HAIR, Joseph, *et al*. **Fundamentos de Métodos de Pesquisa em Administração**. Porto Alegre, Bookman, 2005.

LIRA, Sachiko A. **Análise de correlação: Abordagem teórica e de construção dos coeficientes com aplicações**. 2004. 209 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós

Graduação em Métodos Numéricos em Engenharia dos Setores de Ciências Exatas e de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. Disponível em: < http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/dissertacao_sachiko.pdf> Acesso em: 30 jun. 2015.

MAIA, Alessandra Tourinho. **Análise setorial das características organizacionais e do nível de efetividade dos processos gerenciais de empresas de construção civil**. 2014. 271f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2014.

MALDANER, S. M. **Procedimento para identificação de custos da não-qualidade na construção civil**. 2003. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/xmlui/bitstream/handle/123456789/85802/196512.pdf?sequence=1&isAllowed=y> Acesso em: 29 mai. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

LIGHT STEEL FRAMING: UMA ALTERNATIVA PARA OS DESPERDÍCIOS E RESÍDUOS DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO[1]

MASS, Bárbara Holzmann (1); TAVARES, Sergio Fernando (2)

(1) UFPR, e-mail: barbarahmass@gmail.com; (2) UFPR, e-mail: sergioftavares@gmail.com

RESUMO

A construção civil é uma atividade geradora de diversos impactos ambientais devido ao elevado consumo de recursos naturais, à poluição ambiental, e ao desperdício e geração de resíduos. No Brasil, a construção é, em sua maioria, baseada em técnicas construtivas consideradas tradicionais, mas que apresentam elevado consumo de matéria-prima e altos índices de perdas. Isto reflete a falta de planejamento de obra e a ineficiência do uso racional dos materiais. Neste contexto, o objetivo deste artigo é, através de revisão bibliográfica, apresentar um panorama das perdas e desperdícios de materiais que ocorrem na construção convencional no nosso país, além de apresentar o Light Steel Framing (LSF) como alternativa para esta situação. Como resultado, percebeu-se a ineficiência dos métodos tradicionais, apontando uma nova direção a ser seguida: a pré-fabricação. Quanto mais elementos pré-fabricados existem em obra, menores são as taxas de geração de resíduos. Por se tratar de um sistema estruturado em perfis de aço galvanizado com fechamento em placas parafusadas, o LSF é considerado uma técnica que racionalizada e enxuta que se utiliza da pré-fabricação. Este tipo de construção otimiza os recursos a serem utilizados e reduz significativamente as perdas e desperdícios ocorridos, e consequentemente dos resíduos gerados.

Palavras-chave: Perdas e desperdícios na construção civil. Light steel framing. Construção enxuta.

ABSTRACT

The construction industry is an activity that generates various environmental impacts due to the high consumption of natural resources, environmental pollution and waste generation. In Brazil, the construction is mostly based on building techniques considered traditional, but that have high consumption of raw materials and high levels of losses. This reflects the lack of construction planning and the inefficiency of the rational use of materials. In this context, this article, through literature review, aims to present an overview of material losses and waste that occurs in traditional construction in our country, in addition to presenting Light Steel Framing (LSF) as an alternative to the current situation. As a result, the inefficiency of the traditional methods was perceived, pointing a new direction to be followed: prefabrication. The more prefabricated elements exist in site, the lower waste generation rates are. Because it is a system structured in galvanized steel profiles with bolted boards, LSF is considered a rationalized and lean technique that uses prefabrication. This type of construction optimizes the used resources and significantly reduces the losses occurred and, consequently, the generated waste.

[1] MASS, Bárbara Holzmann; TAVARES, Sergio Fernando. Light Steel Framing: uma alternativa para os desperdícios e resíduos dos materiais de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Construction losses and waste. Light steel framing. Lean construction.*

1 INTRODUÇÃO

A construção civil possui uma posição de destaque na economia nacional, sendo responsável por 6,6% do Produto Interno Bruto em 2012 e pela geração de mais de 8 milhões de empregos no nosso país, com 8,13% da população ocupada total participando nesta indústria (CBIC, 2015). Por outro lado, ela é responsável por um gasto considerável de materiais, chegando a um consumo de 100 a 200 vezes maior que o da indústria automobilística (em massa de materiais). Lachimpadi et al (2012) afirmam que a construção consome até 60% dos materiais brutos extraídos da terra.

O seu tamanho e a ineficiência de alguns de seus processos faz com que praticamente todas as atividades desenvolvidas na construção civil sejam geradoras de resíduos, pois no processo construtivo há um alto índice de perdas, variando entre 20 e 30% da massa total de materiais, segundo Azevedo et al (2006). Lachimpadi et al (2012) afirmam que, mundialmente, grandes quantidades de resíduos de construção civil (RCC) são geradas anualmente, com aproximadamente 323 milhões de toneladas geradas nos EUA e 70 milhões de toneladas na Inglaterra em 2003.

Desta forma, deve ser buscada a mitigação da situação atual, portanto os objetivos deste estudo são: conceituar e explorar elementos-chave sobre o tema; apresentar um panorama dos desperdícios que ocorrem no Brasil na construção convencional; bem como estudar experiências para uso racional dos materiais e apresentar a técnica construtiva Light Steel Framing (LSF) como alternativa para diminuição dos resíduos gerados.

2 METODOLOGIA

A metodologia de pesquisa utilizada neste artigo é de levantamento bibliográfico (com investigação de referências sobre o tema proposto) e posterior revisão de literatura, promovendo uma discussão sobre o material pesquisado e construindo redes de conceitos e pensamentos em uma contextualização sobre o tema. São explorados relatórios, tabelas e diversas produções científicas sobre o tema, como: artigos de periódicos nacionais e internacionais; dissertações e teses; TCPO – Tabelas de Composições de Preços para Orçamento; e nos relatórios da pesquisa de Agopyan et al (1998).

3 PERDAS, DESPERDÍCIO E GERAÇÃO DE RESÍDUOS

Agopyan et al (1998) citam o conceito de perda dado por Santos et al (1996), sendo ela "qualquer ineficiência que reflita no uso de materiais, mão-de-obra e equipamentos em quantidades superiores àquelas necessárias para a produção da edificação". Perda é tudo o que se gasta além do necessário. Para Agopyan et al (1998), existem dois tipos de perda segundo seu controle. As inevitáveis são aquelas em nível aceitável, pois os investimentos para combatê-las seriam muito maiores que a economia

gerada. Já as perdas evitáveis são aquelas cujo custo de ocorrência é muito maior que o de prevenção. Esta segunda parcela (evitável) é caracterizada pelos autores como desperdício.

Na construção, as perdas podem ocorrer por: incorporação de materiais à edificação, principalmente em serviços moldados *in loco*; ou pelos resíduos, que são sua parcela mais visível (SOUZA et al, 2004; AGOPYAN et al, 2003) e o foco deste trabalho.

A Resolução n° 307/02 do Conselho Nacional de Meio Ambiente entende RCC como

> Materiais provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (BRASIL, 2002, p.1)

Ela também os divide em quatro classes: (i) A: resíduos reutilizáveis ou recicláveis, como tijolo, blocos, telhas, argamassa, concreto e solos; (ii) B: resíduos recicláveis para outras destinações, como plástico, papel, papelão, metal e madeira; (iii) C: resíduos ainda sem tecnologia ou aplicações economicamente viáveis para reciclagem, como gesso; e (iv) D: resíduos perigosos, como tintas, solventes e óleos. Segundo Costa et al (2014), os RCC apresentam uma composição bastante variável e heterogênea. No Brasil, entre 88 e 96% deles são Classe A.

De acordo com Tam et al (2005), estima-se que alguns fatores que influenciam para que materiais se tornem resíduos nos canteiros de obra sejam: (i) mal gerenciamento do canteiro; (ii) falta de consciência ambiental pelos clientes/projetistas; (iii) danos na entrega dos materiais; e (iv) retrabalho devido a mão-de-obra ruim ou erros/mudanças de projeto.

3.1 Panorama brasileiro

Santos e Farias Filho (1998) afirmam que, na construção, existe um tradicionalismo arcaico em relação ao uso de novos materiais que devem substituir aqueles já consagrados, mas que possuem grande obsolescência tecnológica. A construção tradicional, de alvenaria, ainda depende pesadamente de tecnologias convencionais, como: moldagem no local, fôrmas de madeira e argamassas de assentamento; o que torna o processo construtivo um trabalho bastante intensivo. Isto, aliado à má qualidade da mão-de-obra, resulta em excesso de resíduos gerados (TAM et al, 2005).

O uso de alvenaria para a construção ainda é muito comum, sendo as construções constituídas basicamente de cimento e tijolos cerâmicos (BERNARDES et al, 2012). Escassas mudanças foram percebidas no mercado nacional, havendo evolução pouco significativa quanto às tecnologias e processos construtivos. Para Santiago e Araújo (2008), processos

predominantemente artesanais, com baixa produtividade e muito desperdício, ainda compõem a maior parcela da construção civil brasileira.

A tabela 1, abaixo, apresenta alguns valores percentuais de perdas de materiais segundo diversas pesquisas.

Tabela 1 – Valores percentuais de perdas de materiais

Material	**PINTO (1989)**	**SOIBELMAN (1993)**	**SANTOS (1995)**
Concreto	1,5	12,9	-
Tijolos furados	-	50,0	5,4
Tijolos maciços	-	54,0	25,5
Componentes de vedação	13,0	-	-
Madeira	47,5	-	-
Rev. cerâmicos – paredes	9,5	-	-
Rev. cerâmicos - pisos	7,5	-	-

Fonte: Adaptado de Paliari (1999 *apud* Souza et al, 2004)

Abaixo, são expostos os percentuais de perdas de alguns dos principais materiais de construção utilizados nas técnicas convencionais brasileiras levantados na pesquisa de Agopyan et al (1998), conduzida em 69 canteiros de obras (majoritariamente de edificações residenciais em concreto armado moldado no local) com apoio de diversas universidades do país, e na 13ª edição da TCPO.

Tabela 2 – Perda de materiais no Brasil

Material		**Agopyan et al (1998)**		**TCPO (2008)**
Nome	**Tipo**	**Amostras (n)**	**Mediana (%)**	**Média (%)**
Concreto usinado	-	35	9	5 (de 1 a 33%)
Aço	Corte/dobra na obra	12	11	10 (de 4 a 16%)
Blocos e tijolos	Cerâmicos	37	13	5
	Concreto			3
Argamassa	Emboço interno	11	102	-
	Emboço externo	8	53	-
	Contrapiso	7	42	-
	Misturada em obra	-	-	30
	Industrializada	-	-	20

Fonte: Agopyan et al (1998) e TCPO (2008)

Elaboração: Os autores

Em todos os materiais, percebe-se diferença nos valores de perda encontrados nas duas fontes. Isso pode ocorrer pela forma de coleta e análise dos dados em cada documento. Por exemplo, Agopyan et al (1998) consideram os usos da argamassa, já a TCPO (2008) considera o tipo de mistura.

A geração de RCC durante a construção é consequência das perdas citadas acima. A taxa de geração de resíduos pode ser definida pela razão entre a quantidade gerada e a área construída. Costa et al (2014) compilaram dados de alguns autores, encontrando valores de massa de resíduos de 89,65kg/m² de piso (SOUZA, 2005), 104,49kg/m² e 115,82kg/m² (CARELI, 2008), e 137,02kg/m² (MARQUES NETO; SCHALCH, 2010).

4 USO RACIONAL DOS MATERIAIS

Segundo Souza et al (2004), há consciência sobre a necessidade de se utilizarem materiais racionalmente nos canteiros de obras, tanto pela questão ambiental como pela financeira. Também há políticas de coleta segregada de resíduos, visando sua reciclagem ou reuso. Porém, embora uma destinação adequada seja importante, ações que visem à redução da geração de resíduos são necessárias, pois só assim pode-se contribuir significativamente para a redução dos impactos ambientais da construção.

Santos e Farias Filho (1998) afirmam que o modelo atual de gestão entende a construção como uma série de processos e subprocessos produtivos que convertem materiais e mão-de-obra em produtos acabados. Para maior eficiência, deve haver um aprimoramento progressivo destes processos buscando redução dos desperdícios e da geração de resíduos na construção de edificações.

> Reduzindo-se as atividades de fluxo [...] e otimizando as atividades de conversão consegue-se aumentar a produtividade da mão-de-obra, assim como reduzir a possibilidade de ocorrência de perdas de materiais, pois quanto menos as atividades de movimentação e manuseio dos mesmos, menor a possibilidade de ocorrência de perdas (AGOPYAN et al, 1998, v. 2, p.10).

Deve-se mudar a logística de canteiro e tentar aplicar novos conceitos e processos. Um deles é o da produção enxuta na construção, que busca a redução dos prazos, dos custos e das perdas/desperdícios em um ambiente de melhoria contínua. Para Vivan et al (2010), a ideia da construção enxuta é aumentar a eficiência da produção da edificação eliminando os desperdícios originados em um processo inadequado e que não agrega valor, havendo assim maximização de valores.

Pode ser possível combater as perdas e a geração de resíduos sem haver mudança de tecnologias, aperfeiçoando-se os processos construtivos através da melhoria dos projetos, treinamento da mão-de-obra, utilização de equipamentos adequados e melhoria das condições de estoque/transporte (JOHN; AGOPYAN, 2000). Isso tem relação com alguns princípios da construção enxuta já mencionada. Mesmo assim, mudanças tecnológicas podem também reduzir os desperdícios e a geração de entulho na construção.

Se uma tecnologia limpa e enxuta é adotada, o desperdício de materiais é gerenciado no começo do processo de projeto e construção e os resíduos gerados nos canteiros podem ser reduzidos. Em novas edificações, segundo

Tam et al (2005) e Wang et al (2015), como técnica efetiva para minimização de geração de resíduos, poderia ser citada a utilização de componentes pré-fabricados e implementação de projetos modulares. Isto seria uma mudança tecnológica e de processo. Para Tam et al (2005), alguns dos benefícios da pré-fabricação são: diminuição do tempo de obra, melhora da qualidade dos produtos fabricados fora do canteiro, melhora na segurança do canteiro (local mais limpo e arrumado), e, consequentemente, minimização dos RCC gerados.

Quanto ao resíduo da pré-fabricação, ele pode se originar dos processos de fabricação (como manufatura e transporte dos componentes) ou da montagem no local. Lu e Yuan (2013 *apud* WANG et al, 2015) apontam que a taxa de geração de resíduos, no primeiro caso, é de 2%, ou menos, em questão de peso, sugerindo que a pré-fabricação é melhor para redução de RCC do que a tradicional moldagem no local. No segundo caso, a montagem de componentes pré-fabricados no local gera poucos resíduos, pois são fabricados para encaixarem perfeitamente com a estrutura de edificação. Sendo assim, considera-se a pré-fabricação como uma alternativa de baixo-resíduo, quando comparada aos processos tradicionais.

Wang et al (2015) fizeram um estudo identificando variáveis que podem influenciar na redução de entulhos. Como resultado, a simulação sugere que o aumento na quantidade de componentes pré-fabricados exerce o efeito mais forte como forma de minimizar esta geração. A maior influência destes componentes está na redução dos resíduos de concreto, muito desperdiçado em processos convencionais de moldagem *in loco*.

Outra pesquisa que corrobora esta afirmação é a de Lachimpadi et al (2012), na qual oito estudos de caso foram realizados, escolhendo três métodos construtivos: (i) Construção Convencional (categoria I), com elementos moldados *in loco;* (ii) Sistema Misto (categoria II), com alguns elementos pré-fabricados e outros moldados *in loco;* (iii) Sistema Industrializado - IBS (categoria III), com uso de técnicas, componentes ou sistemas pré-fabricados. Os resultados obtidos são que os canteiros categoria III geraram as menores quantidades de resíduos quando comparados com as categorias II e I. Os IBS geram 0,0016 ton/m² de piso, Sistemas Mistos geram 0,030 ton/m² e Construção Convencional, 0,048 ton/m². Na categoria I, concreto e agregados somaram 60% dos resíduos; já na categoria II, somaram 30%; e na III, 14%. A diminuição da porcentagem de concreto e seus agregados como resíduo é devido ao grande desperdício na categoria I pelo manuseio errado e funcionários despreparados. Percebeu-se que quanto mais elementos pré-fabricados de concreto entram nas obras, menos resíduos desses materiais se têm.

5 LIGHT STEEL FRAMING

O *light steel framing* (LSF) é um sistema composto de elementos estruturados em um esqueleto de perfis leves de aço galvanizado. Segundo Carminatti (2012) e Vivan (2011), estes perfis são formados a frio (PFF) e revestidos com

zinco ou liga de alumínio-zinco por imersão a quente ou eletrodeposição. Eles são parafusados e espaçados regularmente entre si (de acordo com modulação definida no cálculo estrutural, variando entre 400 e 600mm) formando os painéis estruturais. Para Santiago et al (2010), esta modulação visa à otimização dos custos e uso de materiais, pois praticamente todos os materiais complementares e subsistemas são enquadrados em múltiplos deste espaçamento, permitindo a minimização de desperdícios.

De acordo com Vivan et al (2013), LSF é um sistema industrializado e pré-fabricado que utiliza materiais "secos", como os já citados perfis de aço, placas cimentícias, gesso acartonado, lã de rocha, etc. Tal sistema, sob o ponto de vista técnico, apresenta alto nível de pré-fabricação, planejamento preciso, entregas *just-in-time* e montagens simples. Nele, as atividades de conversão de insumos ficam restritas apenas à produção da fundação (geralmente em radier), ao tratamento de juntas e a algum tipo de adequação ou recorte de componentes. Desta forma, a construção de edificações em LSF demanda menos atividades de conversão, sendo baseada na montagem de componentes e proporcionando melhor eficácia no uso de materiais.

Bernardes et al (2012) afirmam que o LSF tem buscado aumentar a produtividade, diminuir o desperdício e minimizar as perdas e prazos durante a obra. Mas para isso, e por ser um sistema industrializado e de grande precisão, o LSF deve possuir projetos suficientemente detalhados e que contemplem as várias atividades de construção de uma edificação (VIVAN et al, 2010). Segundo Santiago et al (2010), em geral, os painéis são executados em fábrica, o que garante boa produtividade e qualidade, além de permitir que os objetivos da construção enxuta possam ser alcançados.

Por proporcionar uma construção a seco, o LSF evita a geração dos resíduos "cerâmicos", principalmente o concreto e as argamassas (percebidos como os mais representativos, em termos de massa de resíduo, nas construções tradicionais). Neste sistema, as tubulações são todas inseridas entre os painéis, antes do fechamento de ambos os lados.

WRAP (2008) conduziu uma pesquisa com amostragem de 56 residências, em Cambridgeshire (Inglaterra), para apoiar a tese de que LSF gera menos resíduos, comparando aqueles gerados neste sistema (35 residências) e em alvenaria convencional (21 residências). Para o LSF, foram somados valores de resíduos gerados na elaboração, em fábrica, dos painéis e na sua montagem em obra, concluindo-se que seu uso reduz em 4,8m³/100m² de construção os RCC gerados quando comparados à alvenaria convencional, (ou seja em 22%), com menor quantidade de resíduos de concreto, isolamento e embalagens.

WRAP (2016) encontrou que, através de melhoramento contínuo de processos, a empresa Framing Solutions conseguiu reduzir os resíduos de manufatura de painéis em fábrica para menos de 1% do total de materiais usados. Em obra, WRAP (2016) encontrou uma economia entre 40 e 70% dos

resíduos gerados na construção tradicional. Já Gomes et al (2013) desenvolveram e construíram, em parceria com a USP, um protótipo de moradia popular de LSF (com painéis montados no canteiro) em São Carlos/SP, verificando que o sistema possibilitou a redução de desperdícios em obra para menos de 5%.

Em suma, percebeu-se que o Light Steel Framing é um método construtivo industrializado e pré-fabricado, em diferentes níveis, dependendo da característica de cada obra (painéis montados em fábrica ou canteiro). Como já estudado, estas duas características, aliadas a um detalhado projeto executivo e planejamento de obra, contribuem significativamente para a redução dos desperdícios e entulhos, além de proporcionar maior organização e limpeza do canteiro. Nela, as peças são montadas em módulos que minimizam os cortes de material em formato que não proporciona a utilização de suas sobras. Pelo exposto, esta técnica é considerada uma boa alternativa aos processos tradicionais em relação à redução de desperdícios e resíduos gerados.

6 CONCLUSÕES

Este artigo, de revisão bibliográfica, teve suas conclusões baseadas na análise feita a partir dos autores citados. Nele foram conceituados e explorados elementos-chave sobre o tema proposto, apresentando um panorama nacional das perdas/desperdícios. Assim, viu-se que a maior parte dos processos construtivos brasileiros é baseada em técnicas ineficientes de projeto, construção e gestão, o que gera muitos erros e falhas, além de grandes percentuais de desperdício de materiais, tempo e mão-de-obra.

Na etapa seguinte, ao se buscarem alternativas para um uso mais racional dos materiais, viu-se que a aplicação de novos conceitos e processos é desejada, sendo que mudanças tecnológicas são fortes aliados na redução das perdas e geração de entulhos. Uma destas mudanças é a pré-fabricação, que melhora a qualidade dos produtos e a segurança da obra, consequentemente minimizando os RCC gerados. Quanto mais elementos pré-fabricados existirem em uma obra, menores são as taxas de geração de resíduos, pois os processos ocorridos em fábrica são mais rigorosos e controlados.

Dentro das técnicas construtivas que usam pré-fabricação, estudou-se o Light Steel Framing, considerado um processo industrializado. Por demandar menos atividades de conversão e por haver racionalização e modulação, verificou-se, baseado em análise feita a partir dos autores estudados que o sistema, quando da existência de projeto detalhado, possibilita a redução dos desperdícios em obra e da geração de resíduos, contribuindo para a diminuição dos impactos ambientais da construção.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras. **Coletânea Habitare,** Porto Alegre, v. 2, p. 224-249, 2003.

AGOPYAN V.; SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; ANDRADE, A.C. **Pesquisa "Alternativas para redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras".** Relatório final. EPUSP/FINEP/ITQC, 1998.

AZEVEDO, G. O. D.; KIPERSTOK, A.; MORAES, L. R. S. Resíduos da construção civil em Salvador: os caminhos para uma gestão sustentável. **Engenharia Sanitária Ambiental,** v.11, n. 1, p. 65-72, jan/mar. 2006.

BERNARDES, M.; NILSSON, S.G.; MARTINS, M.S.; ROMANINI, A. Comparativo econômico da aplicação do Sistema Light Steel Framing em habitação de interesse social. **Revista de Arquitetura da IMED,** v. 1, n. 1, p. 31-40, jan/jun. 2012.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA n. 307, de 5 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos de construção civil. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

CARMINATTI, R. J. **Análise do ciclo de vida energético de projeto de habitação de interesse social concebido em *light steel framing*.** 141p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2012.

CBIC – Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Banco de dados. **PIB e Investimento:** PIB Brasil e Construção Civil**.** Disponível em: http://www.cbicdados.com.br/menu/pib-e-investimento/pib-brasil-e-construcao-civil. Acesso em: nov. 2015.

COSTA, R. V. G.; ATHAYDE JUNIOR, G. B.; OLIVEIRA, M. M. Taxa de geração de resíduos da construção civil em edificações na cidade de João Pessoa. **Ambiente Construído,** Porto Alegre, v. 14, n. 1, p. 127-137, jan/mar. 2014.

GOMES, C.E.M.; VIVAN, A.L.; SICHIERI, E.P.; PALIARI, J.C. Light Steel Frame: construção industrializada a seco para habitação popular – práticas sustentáveis. **ELECS – Encontro Latino-americano de Edificações e Comunidades Sustentáveis.** Curitiba, 2013.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: Seminário Reciclagem de Resíduos Sólidos Domiciliares, 2000, São Paulo. **Anais.** São Paulo, 2000.

LACHIMPADI, S.K.; PEREIRA, J.J.; TAHA, M.R.; MOKHTAR, M. Construction waste minimisation comparing conventional and precast construction (Mixed System and IBS) methods in high-rise buildings: A Malaysia case study. **Resources, Conservation and Recycling,** v. 68, p. 96-103, 2012.

PINTO, T. P. **Metodologia para gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana.** 189p. Tese (Doutorado em Engenharia), Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

SANTIAGO, A.K.; ARAÚJO, E.C. Sistema light steel framing como fechamento externo vertical industrializado. **CONSTRUMETAL – Congresso Latino-americano da Construção Metálica.** São Paulo, 2008.

SANTIAGO, A.K.; RODRIGUES, M.N.; OLIVEIRA, M.S. Light Steel Framing como alternativa parra construção de moradias populares. **CONSTRUMETAL – Congresso Latino-americano da Construção Metálica.** São Paulo, 2010.

SANTOS, C.A.B.; FARIAS FILHO, J.R. Construção civil: um sistema de gestão baseada na logística e na produção enxuta. **ENEGEP – Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, 1998.

SOUZA, U.E.L.; PALIARI, J.C.; AGOPYAN, V.; ANDRADE, A.C. Diagnóstico e combate à geração de resíduos na produção de obras de construção de edifícios: uma abordagem progressiva. **Ambiente Construído,** Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 33-46, out/dez. 2004.

TAM, C.M.; TAM, V.W.Y.; CHAN, J.K.W.; NG, W.C.Y. Use of prefabrication to minize construction waste – a case study approach. **The International Journal of Construction Management,** p. 91-101, 2005.

TCPO – Tabelas de Composição de Preços para Orçamentos. 13 ed. São Paulo: Pini, 2008.

VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em *light steel framing*.** 209p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2011.

VIVAN, A.L.; CARMINATTI, R.J.; ORTIZ, F.A.H.; PALIARI, J.C. Produção em larga escala de habitações: uma visão qualitativa a partir do sistema light steel framing. **2º CIHEL – Congresso Internacional da Habitação no Espaço Lusófono.** Lisboa, 2013.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. Vantagem produtiva do sistema *light steel framing:* da construção enxuta à racionalização construtiva. **ENTAC – XIII Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Canela, 2010.

WANG, J.; LI, Z.; TAM, V.W.Y. Identifying best design strategies for construction waste minimization. **Journal of Cleaner Production,** v. 92, p. 237-247, 2015.

WRAP. **Waste reduction through the use of Steel Frame at SmartLIFE.** United Kingdom, 2008. Disponível em: http://www.wrap.org.uk/sites/files/wrap/Steel%20Frame%20Full%20case%20study%20FINAL.pdf. Acesso em: abr. 2016

WRAP. **Waste reduction potential of Light Steel Frame construction.** United Kingdom, sem ano. Disponível em: http://www2.wrap.org.uk/document.rm?id=4508. Acesso em: abr. 2016

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

RESPONSABILIDADE SOCIAL E AMBIENTAL NO SETOR DA CONSTRUÇÃO CIVIL: CANTEIROS DE OBRAS NO DISTRITO FEDERAL[1]

MENDES, Juliana Abrahão Kohlrausch Vitali (1); SANTOS FILHO, Vamberto Machado (2); CALDAS, Lucas Rosse (3)

(1) UnB, e-mail: juliana.abrahao.arq@gmail.com; (2) UnB, e-mail: vambertomfilho@gmail.com; (3) Coppe/UFRJ, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com

RESUMO

Os conceitos de Responsabilidade Social Empresarial (RSE) e Responsabilidade Social e Ambiental (RSA) gradativamente vêm ganhando novos adeptos no mundo empresarial. A abordagem da RSA na construção civil é significativa, devido ao impacto socioambiental causado pela cadeia. Este trabalho tem como objetivo contribuir para o incentivo do setor da construção civil do Distrito Federal em adotar práticas de RSA, visando estimular o desenvolvimento sustentável do setor. Para isso, foi aplicado um questionário com 28 perguntas objetivas que serviram para análise sobre as práticas de RSA no mercado da construção civil no Distrito Federal. De acordo com essa pesquisa, o desafio para o avanço em direção a ações mais estruturadas na área de RSA no setor da construção civil no DF mostra-se na adoção de certificações como a SA 8000, a ISO 16001, a OHSAS 18001 e a ISO 14001. As certificações ISO 9001 e o PBQP-H são bem difundidas entre as empresas participantes da pesquisa. Algumas questões com relação ao meio ambiente ainda são pouco difundidas pelas empresas entrevistadas, como o correto gerenciamento dos resíduos das construções e o incentivo à educação e conscientização ambiental dos trabalhadores.

Palavras-chave: Responsabilidade social, Responsabilidade ambiental, Canteiros de obras.

ABSTRACT

The concepts of Corporate Social Responsibility (CSR) and Social and Environmental Responsibility (SER) gradually is gaining new adherents in business. The SER approach in construction is significant, due to the environmental impact caused by the construction industry. This paper aims to contribute to the encouragement of the construction sector in the Distrito Federal to adopt SER practices, to stimulate the sustainable development of the sector. In order to fulfill the objectives, was applied a questionnaire with 28 objective questions which served to analysis of the SER practices in the construction market in the Federal District. According to this research, the challenge to advance towards more structured actions in the SER area in the construction sector in the Federal District shows on the adoption of certifications such as SA 8000, ISO 16001, OHSAS 18001 and ISO 14001. the ISO 9001 and PBQP-H are well spread among the participants of the research companies. Some issues regarding the environment are still not broadcast by the respondent companies as the correct management of waste from the construction and the promotion of education and environmental awareness of employees.

[1]MENDES, Juliana; SANTOS FILHO, Vamberto; CALDAS, Lucas. Responsabilidade Social e Ambiental no Setor da Construção Civil: Canteiros de Obras no Distrito Federal In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Social Responsibility. Environmental Responsibility. Construction site.*

1 INTRODUÇÃO

A Responsabilidade Social Empresarial (RSE) gradativamente vem ganhando novos adeptos no mundo empresarial. Embora a definição de *Empresa Socialmente Responsável* possa parecer simples, existe uma grande complexidade em torno deste termo.

Responsabilidade Social não deve ser confundida com generosidade ou caridade. É uma atuação em prol de causas sociais que sejam estratégicas para os interesses da empresa.

O entendimento atual sobre RSE sugere o desenvolvimento no sentido de que as empresas têm um papel a cumprir na sociedade, que vão além das questões econômicas e legais, abarcando também as sociais e ambientais. Abordar a questão da Responsabilidade Social e Ambiental (RSA) no ambiente corporativo é relevante, tento em vista que o desenvolvimento socialmente responsável deve levar em conta o meio ambiente social e natural.

No meio empresarial, a percepção de que o exercício da RSA pode trazer retornos à empresa é crescente. As empresas que adotam uma postura pró-responsabilidade social e ambiental vêm percebendo que este tipo de conduta leva ao aumento do capital reputacional e do valor da empresa a longo prazo. Diversos autores, como Almeida (2002), Machado Filho (2002), Dias (2006), Amorim (2009) e Machado e Oliveira (2009), expõem os inúmeros benefícios que podem ser conseguidos pelas empresas que adotam práticas de RSA.

Para alcançar uma postura responsável do ponto de vista sócio-ambiental, as empresas construtoras devem adotar condutas desejáveis e comportamento ético para com os funcionários e até mesmo seus familiares, possuir boa relação com os fornecedores, prestadores de serviço, terceirizados, consumidores, com o meio ambiente e a comunidade como um todo.

As empresas que tem buscado desenvolver processos construtivos, com vista à sustentabilidade da própria atividade e do setor, adotam uma postura que vai ao encontro das demandas do mercado, da incorporação de novas tecnologias, da busca de eficiência para maior competitividade e, consequentemente, das questões voltadas para Responsabilidade Social e Ambiental (MACHADO; OLIVEIRA, 2009).

A aplicabilidade da RSA no setor da construção pode ser abordada sob diversas dimensões, tanto internas quanto externas às empresas. Sob o aspecto da dimensão interna, podem ser consideradas as relações com funcionários, fornecedores, prestadores de serviço e todos os demais integrantes da cadeia produtiva. Quanto à dimensão externa, a responsabilidade socioambiental estende-se muito além da fronteira da empresa, e inclui as comunidades locais, consumidores, o setor público, o

terceiro setor e o meio ambiente.

Neste sentido, esta pesquisa tem como objetivo principal levantar o atendimento à Responsabilidade Social e Ambiental em canteiros de obras no Distrito Federal visando contribuir para o incentivo ao setor da construção civil do DF em adotar práticas de RSA. A delimitação da pesquisa foi feita levando-se em consideração as relações com funcionários, fornecedores, comunidade e meio ambiente no canteiro de obra, que está entre os nichos do setor que permite ampla aplicação de ações de RSA na indústria da construção.

2 METODOLOGIA

Tendo como objetivo traçar o panorama do setor da construção civil no Distrito Federal com relação à Responsabilidade Social e Ambiental em canteiros de obras, foi aplicado um questionário sobre as ações das empresas na área de RSA, junto a profissionais de construtoras de médio e grande porte[2] atuantes no Distrito Federal, as quais possuem empreendimentos de relevantes impactos socioambientais[3].

O questionário contou com 28 perguntas objetivas e foi aplicado entre setembro e outubro de 2012, sendo utilizado o preenchimento eletrônico como modo de aplicação.

Com base em uma pesquisa por amostragem[4], foram apurados dados que serviram para análise sobre as práticas de RSA no mercado da construção civil no Distrito Federal.

Os questionários (Quadro1) foram respondidos por arquitetos gerentes e coordenadores de projetos, gerentes de obras, engenheiros de produção e técnicos de edificações.

Foram abordados aspectos relativos à adoção de certificações relacionadas ao tema, bem como a relação da empresa com seus funcionários, fornecedores, a comunidade local e o meio ambiente, de modo a permitir a avaliação das ações de RSA difundidas entre as empresas construtoras do Distrito Federal.

---

[3] As empresas que responderam ao questionário são filiadas às instituições de classe, como Sinduscon-DF e Ademi-DF. Não foram abordadas nesta pesquisa as micro e pequenas construtoras, uma vez que as mesmas não compõem as estatísticas oficiais do setor da construção civil no Distrito Federal.

[4] O universo da pesquisa amostral restringiu-se às empresas construtoras mais acessíveis a esta pesquisadora, a qual, em função de atuar na área da construção civil, possui acesso a profissionais que se mostraram dispostos a responderem o questionário.

Figura 1- Diagrama de metodologia de pesquisa



Fonte: Autores (2016)

Com relação às certificações, foram abordas questões sobre a adoção ou não da ISO 9001 e do PBQP-H, que tratam sobre gestão da qualidade; SA 80000 e ISO 16001, sobre responsabilidade social; OHSAS 18001, que trata da saúde e segurança ocupacional; e a ISO 14001, sobre gestão ambiental.

Quanto à relação com os funcionários, foram abordadas questões sobre: o estímulo e reconhecimento de sugestões feitas pelos trabalhadores para melhoria dos processos internos da empresa; estímulo às especializações e participação em congressos profissionalizantes; adoção de uma política de não discriminação durante a contratação; promoção da qualidade de vida nos canteiros ao oferecer alojamentos e refeitórios adequados e área de lazer; prevenção e controle de acidentes de trabalho e promoção de campanhas de conscientização e educação sobre questões de higiene, doenças sexualmente transmissíveis e alcoolismo.

Quanto à relação com os fornecedores, foram abordados procedimentos de qualificação de fornecedores e garantia para compra sócio e ambientalmente responsável, bem como a preferência por fornecedores locais.

Com relação à comunidade local, foram abordadas práticas de: política de boa vizinhança, tais como controle de ruídos e vibrações; diminuição de poeira e lama; prevenção de problemas de tráfego através do controle dos horários de fornecimentos de materiais e concretagem; e a busca em consultar e dialogar com a comunidade do entorno sobre possíveis impactos socioambientais relativos à obra, antes do início das atividades.

Com relação ao meio ambiente, foram abordadas questões como: análise

prévia de impacto ambiental para os projetos previstos; reutilização da camada de solo retirada durante o processo de terraplanagem; prevenção contra contaminação do solo; tratamento de efluentes; redução do consumo de energia e água; gestão de resíduos; e a promoção da educação e conscientização ambiental junto aos funcionários.

Ao término do questionário, com base no provável entendimento do conceito geral de Responsabilidade Social e Ambiental ao concluí-lo, foi questionado se a empresa possuía política de RSA e se, em caso afirmativo, percebia benefícios diretos ou indiretos para a empresa ao adotar ações de RSA, e ainda, se a empresa procurava divulgar suas ações de RSA.

Quadro 1 - Modelo do questionário aplicado

QUESTIONÁRIO DE PESQUISA ACADÊMICA				
Tema: Responsabilidade social e ambiental no setor da construção civil: foco em canteiros de obras no DF				
Respondente (cargo na empresa):				
Marque as respostas abaixo com um X				
			SIM	**NÃO**
CERTIFICAÇÕES	**1**	A empresa possui certificação ISO 9001 (Sistema de Gestão de Qualidade)?		
	2	Participa do PSQ (Programa Setorial de Qualidade) ou SiQ (Sistema de Qualificação de Empresas de Serviços e Obras) do PBQP-H?		
	3	Possui certificação SA 8000 (Gestão da Responsabilidade Social Empresarial Interna)?		
	4	Possui certificação ISO 16001 (Gestão da Responsabilidade Social)?		
	5	Possui certificação OHSAS 18001 (Gestão da Segurança e Saúde Ocupacional)?		
	6	Possui certificação ISO 14001 (Sistema de Gestão Ambiental)?		
FUNCIONÁRIOS	**7**	Possui programa para estimular e reconhecer sugestões de seus funcionários para melhoria de seus processos internos?		
	8	Estimula os funcionários a se especializarem e/ou participar de congressos profissionais?		
	9	Possui política de não discriminação na contratação, contribuindo para a diversidade de gênero, raça e idade, como por exemplo contratar mulheres, deficientes físicos, jovens aprendizes?		
	10	Oferece instalações sanitárias, vestiários e refeitórios adequados, bem como área de lazer, contribuindo para a qualidade de vida em seus canteiros de obras?		
	11	Possui programa de prevenção de acidentes, com conscientização e treinamento sobre segurança no trabalho?		
	12	Promove campanhas de conscientização e educação sobre a questão de higiene, DSTs (Doenças Sexualmente Transmissíveis), alcoolismo, entre outros?		

FORNECEDORES	**13**	Possui procedimentos de qualificação de fornecedores, considerando o atendimento aos critérios de sustentabilidade?		
	14	Possui procedimentos para garantir a compra sócio e ambientalmente responsável, buscando verificar a procedência do material adquirido, de modo a evitar a utilização de insumos provenientes de exploração ilegal de recursos naturais, fruto de contrabando, outros?		
	15	Possui política de compras que privilegiem fornecedores locais?		
COMUNIDADE	**16**	Pratica política da boa vizinhança, tais como controle de ruídos e vibrações, diminuição de poeira e lama, prevenção de problemas de tráfego através do controle dos horários de fornecimentos de materiais e concretagem, outros?		
	17	Busca consultar e dialogar com a comunidade do entorno sobre possíveis impactos socioambientais relativos à obra, antes do início das atividades, com o objetivo de corrigir ou minimizar esses impactos?		
MEIO AMBIENTE	**18**	Recorre a especialistas para submeter seus projetos para análise prévia de impacto ambiental, tendo esse parecer poder na decisão quanto à execução ou não da obra, incluindo a questão ambiental no planejamento estratégico do negócio?		
	19	Busca reutilizar a camada do solo que é retirada do local da obra durante os serviços de terraplanagem, em praças e jardins do próprio empreendimento ou públicos?		
	20	Possui política de prevenção contra contaminação do solo, como o tratamento de efluentes dos canteiros?		
	21	Busca reduzir o consumo de energia e água em seus canteiros de obras?		
	22	Possui programa para minimizar a geração de resíduos, maximizar a reutilização e a reciclagem, bem como definir a destinação final adequada aos mesmos, em atendimento à Resolução CONAMA nº 307/2002?		
	23	Promove a coleta seletiva de lixo em seus canteiros de obras?		
	24	Promove a educação e a conscientização ambiental?		
	25	Possui um setor responsável pelas questões de meio ambiente?		
RESPONSABILIDADE	**26**	A empresa possui uma política de Responsabilidade Social e Ambiental (RSA)?		
	27	Em caso afirmativo, percebe benefícios diretos ou indiretos para a empresa, ao adotar ações de RSA?		
	28	Procura divulgar suas ações de RSA?		

Fonte: Autores (2016)

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O questionário aplicado foi respondido por 14 empresas de médio e grande porte com atuação relevante no mercado da construção civil do Distrito

Federal. As respostas do questionário permitiu uma análise do panorama do setor quanto às práticas de Responsabilidade Social e Ambiental das empresas construtoras em seus canteiros de obras, através da avaliação do conjunto de ações em relação às certificações e ao relacionamento com funcionários, fornecedores, comunidade local e o meio ambiente.

Deve-se ressaltar que os resultados apresentados são baseados na autodeclararão das empresas, por isso representam uma amostragem não probabilística da difusão das práticas adotadas, mas permitem uma análise acadêmica do panorama da adoção de práticas de RSA pelas empresas do setor no Distrito Federal.

A seguir, serão apresentados os resultados a partir da aplicação do questionário. Serão consideradas ações mais difundidas as que forem praticadas por mais de 50% das empresas do universo amostral, e ações menos difundidas, as que forem praticadas por menos de 50% das empresas.

Com relação à adoção de programas de certificação de sistemas, 11 empresas (79%) possuem a certificação ISO 9001 e também o PBQP-H, 3 empresas (21%) possuem OHSAS 18001, bem como a ISO 14001, 2 empresas (14%) possuem a SA 8000, e apenas uma empresa (7%) possui a ISO 16001, conforme a Figura 2.

Figura 2 - Resultados relacionados às certificações



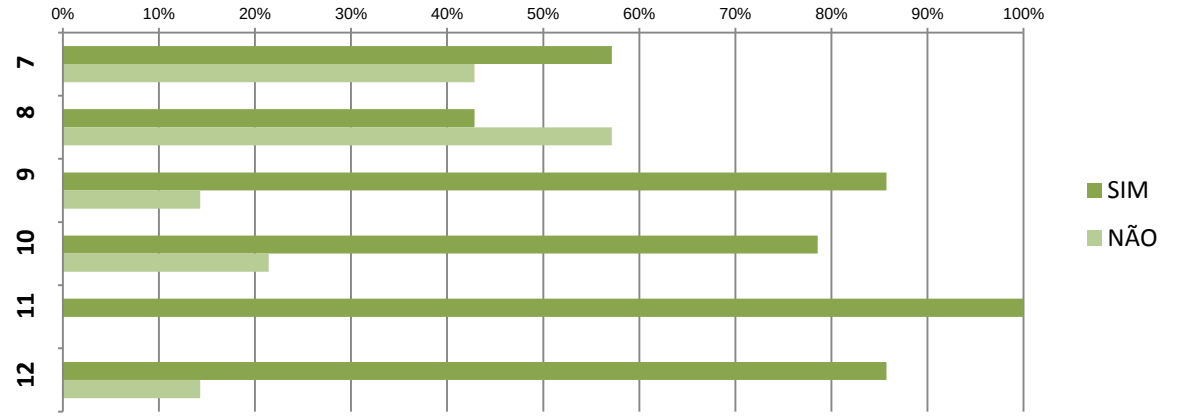
A partir dos dados levantados, é possível constatar que a ISO 9001 e o PBQP-H são as certificações mais difundidas no universo amostral da pesquisa. Acredita-se que isto se deva ao fato do PBQP-H ser adotado como exigência nas licitações do governo local, por isso a busca das empresas construtoras em adotá-lo. Nota-se que as demais certificações de RSA são pouco difundidas entre as empresas respondentes, indicando certa dificuldade por parte das empresas em adotarem essas certificações.

Quanto às práticas em relação aos funcionários, os resultados demonstram que são bem difundidas entre as empresas respondentes.

As respostas mostram que, conforme indicado na Figura 3, todas as 14 empresas (100%) possuem programa de prevenção de acidentes e

treinamento sobre segurança do trabalho; 12 empresas (86%) promovem campanhas de conscientização e educação sobre questões como higiene, doenças sexualmente transmissíveis e alcoolismo, podendo estas ações se estender para as famílias dos trabalhadores; 12 empresas (86%) afirmam possuir política de não discriminação durante a contratação, contribuindo para a diversidade dentro do canteiro de obra, tanto de gênero, com de raça e idade, com a contratação de mulheres, deficientes físicos que possam executar algum trabalho auxiliar e jovens aprendizes; 11 empresas (79%) oferecem instalações sanitárias, vestiários e refeitórios adequados, bem como área de lazer, proporcionando um ambiente de qualidade de vida aos trabalhadores do canteiro de obra; 8 empresas (57%) afirmaram buscar estimular e reconhecer sugestões de seus funcionários, visando a melhoria dos processos internos da empresa; e 6 empresas (43%) estimulam seus funcionários a se especializarem e participarem de congressos profissionalizantes, contribuindo assim, para a melhoria do envolvimento com a empresa, e o consequente aumento da satisfação, motivação e produtividade de seus funcionários.

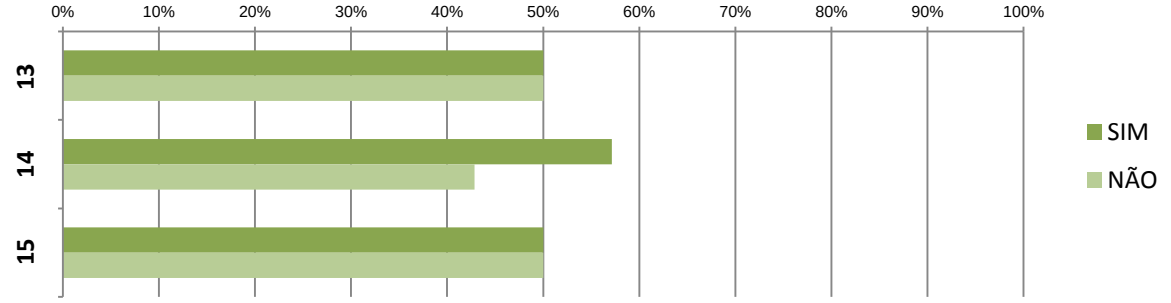
Figura 3 - Resultados relacionados aos funcionários



Quanto à relação com os fornecedores, os dados apresentados indicam que as empresas construtoras respondentes devem buscar melhorar suas práticas junto a estes, exigindo mais qualidade e certificação dos produtos e serviços adquiridos, exercendo uma política da compra socioambientalmente mais correta.

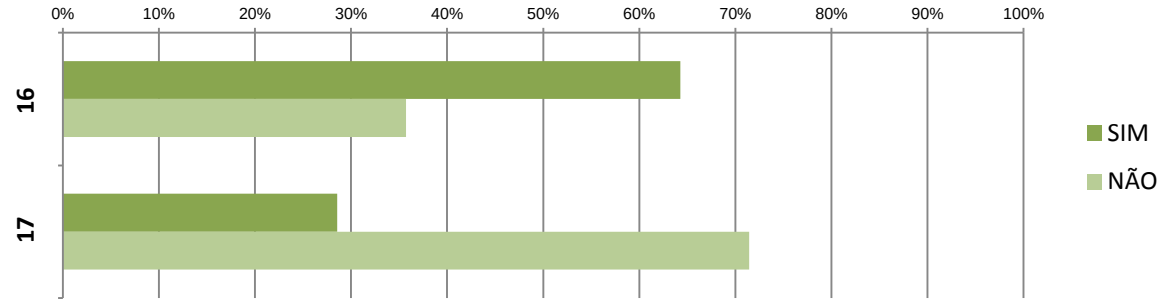
A pesquisa indica que 8 empresas (57%) possuem procedimentos que garantem compras sócio e ambientalmente responsáveis, buscando verificar a procedência do material adquirido, de modo a evitar a utilização de insumos provenientes de exploração ilegal de recursos naturais ou fruto de contrabando. Destaca-se que 7 empresas (50%) possuem procedimentos de qualificação de fornecedores que atendam critérios de sustentabilidade e também possuem política que privilegie fornecedores locais, conforme demonstrado na Figura 4.

Figura 4 - Resultados relacionados aos fornecedores



Com relação à comunidade no entorno dos canteiros de obras, 9 (64%) empresas afirmaram praticar política da boa vizinhança, por meio do controle de ruídos e vibrações, diminuição de poeira e lama e prevenção de problemas de tráfego através do controle dos horários de fornecimentos de materiais e concretagem. Mas apenas poucas empresas (29%) buscam consultar e dialogar com a comunidade local, antes do início das atividades, sobre os possíveis impactos socioambientais advindos da obra, buscando corrigir ou minimizar esses impactos, conforme indicado pela Figura 5.

Figura 5 - Resultados relacionados à comunidade.

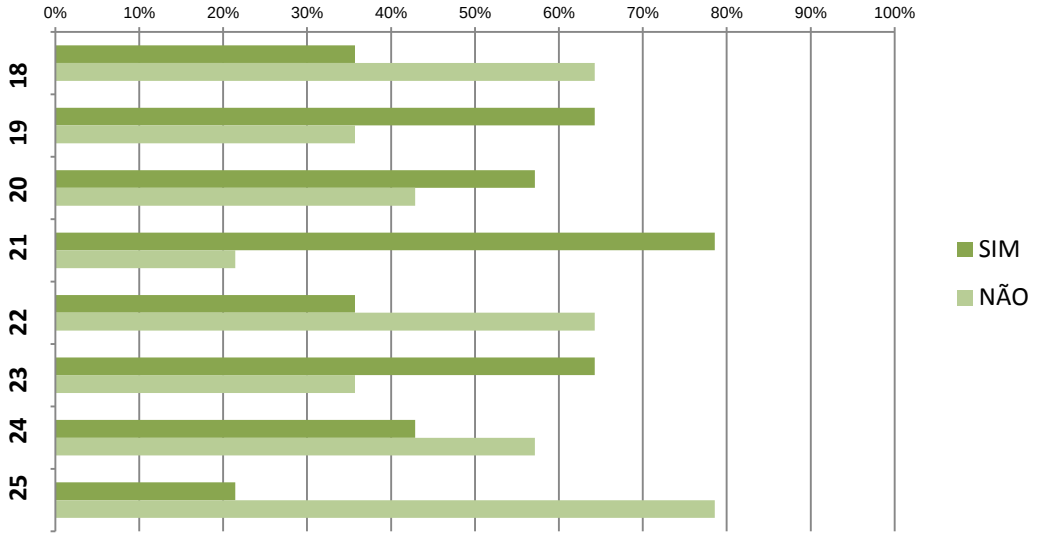


Quanto ao meio ambiente, conforme demonstrado na Figura 6, as ações mais difundidas com relação à questão ambiental são: a economia do consumo de energia e água em seus canteiros (11 empresas), a promoção de coleta seletiva do lixo (9 empresas), a reutilização da camada do solo resultante dos processos de escavações em praças e jardins do próprio empreendimento ou públicos (9 empresas) e a adoção de procedimentos de prevenção contra contaminação do solo, por meio do tratamento de efluentes dos canteiros (8 empresas).

As ações menos difundidas são: a promoção de educação e conscientização ambiental aos seus funcionários (6 empresas), a inclusão da questão ambiental no planejamento estratégico do negócio, ao buscar especialistas para submeter seus projetos para análise prévia de impacto ambiental, tendo esse parecer poder na decisão quanto à execução ou não da obra (5 empresas), a gestão de resíduos das construções, buscando minimizar a geração de resíduos, maximizar a reutilização e viabilizar a reciclagem, definindo a destinação final adequada dos mesmos, em atendimento à Resolução CONAMA nº 307/2002 (5 empresas), e apenas 3

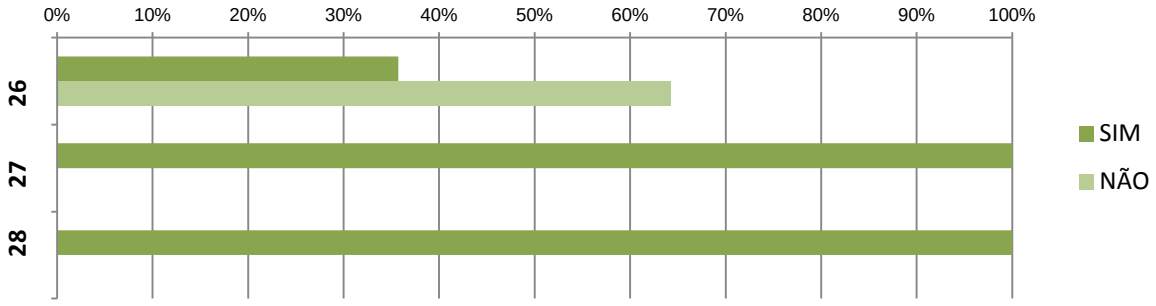
empresas afirmaram possuir um setor responsável pelas questões do meio ambiente.

Figura 6 - Resultados relacionados ao meio ambiente.



Aproximando-se do término do questionário, foi formulada uma pergunta conclusiva, que buscava levar o respondente a compreender o conceito de Responsabilidade Social e Ambiental, baseado nas ações indicadas nas questões anteriores. O resultado foi que apenas 5 empresas (36%) afirmaram possuir uma política de RSA, sendo que dessas 5 empresas, todas percebem benefícios diretos ou indiretos para a empresa ao adotar essas ações e todas procuram divulgar suas ações de RSA, buscando o provável aumento do ganho de reputação, conforme indicado na Figura 7.

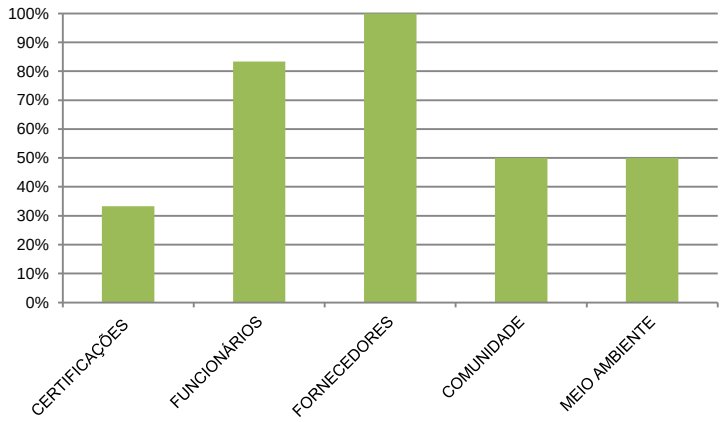
Figura 7 - Resultados relacionados à adoção de política de RSA na empresa.



Apesar de pesquisa da CBIC (2011) divulgar que a maioria das construtoras que contemplam práticas sociais não monitora, avalia, ou divulga as ações que desenvolvem ou financiam, não foi o que pode ser percebido no âmbito das empresas entrevistadas no Distrito Federal. Entretanto, apesar da pergunta não especificar as formas de divulgação, a pesquisa da CBIC aponta que as principais formas de divulgação das ações de RSA adotadas pelas empresas construtoras são através de comunicação interna e pelo site da empresa, e que poucas divulgam para a imprensa.

Considerando-se o contexto atual, onde a informação, o conhecimento, a marca e a imagem da empresa têm grande valor, a divulgação das ações sociais e ambientais da empresa é essencial para que essas iniciativas sejam reconhecidas. A falta de divulgação das ações de RSA pode acarretar perda de recursos e oportunidades. Os resultados apresentados nas Figuras 2, 3, 4, 5, 6 e 7, possibilitaram o agrupamento dos resultados, permitindo a análise da difusão das ações de RSA quanto aos critérios estabelecidos (certificações, funcionários, fornecedores, comunidade e meio ambiente).

Figura 8 - Difusão das ações com relação aos critérios estabelecidos.



Com base na quantidade de perguntas sobre cada critério, observa-se que as ações de RSA mais difundidas no setor são as relacionadas aos funcionários e fornecedores. Em um setor onde os funcionários, bem como suas famílias vêm, normalmente, de uma situação de pobreza e baixa escolaridade, esse resultado parece fazer todo o sentido. Entretanto, acredita-se que tal resultado ocorra por se tratar de critérios envolvidos com questões legislativas, ou seja, que caracterizam-se mais como obrigações legais do que com Responsabilidade Social propriamente dita.

As ações relacionadas às certificações, com exceção da ISO 9001 e do PBQP-H, são menos difundidas, indicando uma possível dificuldade do setor em adaptar-se às questões sociais e ambientais. Com relação à gestão ambiental (ISO 14001), a falta de exigências mais incisivas por parte tanto dos consumidores como do governo, talvez seja a causa deste resultado. Nota-se que é necessário um maior incentivo ao setor para adotar as demais certificações de RSA. A baixa difusão das ações relacionadas às certificações pode afetar a adoção das boas práticas como um todo na cadeia produtiva da construção civil.

Já as ações com relação à comunidade e ao meio ambiente são equilibradas, porém, sugerem que o setor deve buscar cada vez mais o seu desenvolvimento em relação às práticas de RSA voltadas para essas questões.

4 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada indica que, dentre as empresas participantes, no âmbito do Distrito Federal, aquelas que adotam uma política de Responsabilidade Social e Ambiental (RSA), perceberam benefícios diretos e indiretos em suas atividades, demonstrando, portanto, ser oportuno para as construtoras à adoção de práticas de RSA, sobretudo em seus canteiros de obras. Observou-se que as práticas de RSA mais difundidas no setor estão relacionadas aos funcionários e fornecedores.

Embora as certificações ISO 9001 e o PBQP-H serem bem difundidas entre as empresas avaliadas, nota-se a necessidade de um maior incentivo à adoção de outras certificações como a SA 8000, a ISO 16001, a OHSAS 18001 e a ISO 14001.

Outra dificuldade percebida é na relação com a comunidade no entorno da obra. Apesar do canteiro de obras ter um caráter temporário, foram poucas as empresas que se mostraram preocupadas com este grupo.

Algumas questões com relação ao meio ambiente ainda são pouco difundidas no setor, como o correto gerenciamento dos resíduos das construções e o incentivo à educação e conscientização ambiental dos trabalhadores.

Considerando que a atividade principal das construtoras é realizada na etapa de construção, o enfoque nos canteiros de obras é essencial para a disseminação das práticas de RSA no restante da cadeia produtiva. As empresas que adotam ações de RSA em seus canteiros de obras proporcionam melhor qualidade de vida aos que nele trabalham e ao ambiente em seu entorno.

Desta forma, o presente estudo trouxe uma importante contribuição para o contexto das construtoras de médio e grande porte do DF, apresentando um diagnóstico da realidade atual e quais as barreiras que precisam ser superadas no caminho da responsabilidade socioambiental.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Sistemas de gestão da qualidade - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2015. NBR ISO 9001.

_____. **Sistemas de gestão ambiental - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2015. NBR ISO 14001.

_____. **Responsabilidade social - Sistema de gestão - Requisitos**. Rio de Janeiro, 2012. NBR ISO 16001.

_____. **Diretrizes sobre Responsabilidade Social**. Rio de Janeiro, 2010. NBR ISO 26000.

ALMEIDA, G. S. **Marketing para a sustentabilidade: uma filosofia de negócios**. Tese de Doutorado. Centro de Desenvolvimento Sustentável da Universidade de Brasília. Brasília, 2002. 238 p.

AMORIM, T. N. G. F. **Responsabilidade Social Corporativa. Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações.** -- São Paulo: Atlas, 2009. 326 p.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Responsabilidade Social da Construção: Um panorama da atuação social da indústria da construção**. Brasília, 2011.

CONAMA. **Resolução n° 307 05/07/2002** - Dispõe sobre gestão de resíduos da construção civil.

DIAS, Reinaldo. **Gestão Ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade**. São Paulo: Atlas, 2006. 196 p.

MACHADO, A. G. V; OLIVEIRA, R. L. **Gestão ambiental e responsabilidade social: conceitos, ferramentas e aplicações**. -- São Paulo: Atlas, 2009. 326 p.

MACHADO FILHO, C. A. P. **Responsabilidade social corporativa e a criação de valor para as organizações: um estudo multicasos**. Tese de Doutorado. Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da Universidade de São Paulo. USP, São Paulo, 2002.

OHSAS 18001. **Sistema de gestão de saúde e segurança ocupacional - Informações gerais para a implementação da norma**. São Paulo: BSI Brasil, 2012.

PBQP-H. **Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat.** Ministério das Cidades. Disponível em: <http://www.cidades.gov.br/pbqp-h/> Acesso em: 04/11/2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de setembro de 2016

COMPARAÇÃO DE IMPACTOS AMBIENTAIS DE SISTEMAS CONSTRUTIVOS DE PAREDES UTILIZANDO AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA MODULAR[1]

MIRANDA, Aline dos Santos (1); YUBA, Andrea Naguissa (2)

(1) UFMS, e-mail: aline.mrnd@gmail.com; (2) UFMS, e-mail: naguissa@gmail.com

RESUMO

Este trabalho objetiva comparar o desempenho ambiental de um material não convencional frente a materiais convencionais para a construção de paredes, utilizando a ACV-m, método de ACV simplificado voltado para o setor da construção civil. Para a análise, a referência são as paredes construídas em taipa mecanizada de uma edificação existente, e para os demais processos construtivos, blocos cerâmicos, blocos de concreto e concreto moldado *in loco*, foram tomadas medidas da literatura. As paredes de taipa apresentam os menores valores de energia e emissões incorporadas (se desconsideradas incorporações de materiais importados), porém, são o segundo a consumir mais cimento e água. As paredes de tijolo cerâmico são as que consomem menos cimento e água, mas são o segundo com maior energia incorporada e, quanto às emissões, seus valores se aproximam dos blocos de concreto. As paredes de concreto moldado *in loco* são as mais impactantes em todos os indicadores.

Palavras-chave: Avaliação do ciclo de vida modular. Taipa. Solocimento.

ABSTRACT

This paper aims to compare the environmental performance of non conventional material compared to conventional materials for walls construction using the LCA-m, a simplified method based on LCA for the construction sector. For this analysis it was taken as a reference the walls of an existing building made with mechanized rammed earth, and for the other construction processes, brick venner, concrete blocks venner and massive concrete walls, by literature review. The results show that the mechanized rammed earth walls have the lowest values of embodied energy and emissions, but is the second in cement and water consumption. Brick venner use less cement and water, but they are the second in embodied energy, and their emissions values are close to the concrete blocks venner. The massive concrete walls are the most impactful in all indicators.

***Keywords**: Modular life cycle assessment. Rammed earth. Soil cement.*

1 INTRODUÇÃO

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) possibilita a compreensão dos impactos ambientais ao longo do ciclo de vida de um sistema ou produto, porém, é um método com implantação cara e complexa, exigindo medição de muitas variáveis. Como alternativa, vem sendo desenvolvidas versões

[1] MIRANDA, Aline; YUBA, Andrea Naguissa. Comparação de impactos ambientais de sistemas construtivos de paredes utilizando avaliação do ciclo de vida modular. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

simplificadas do método, com escopos reduzidos e foco em impactos mais relevantes (LOQUES, 2013; CBCS, 2012).

O CBCS desenvolveu o ACV Modular (ACV-m), método simplificado voltado para o setor da construção civil, cujos parâmetros são consumo de água, energia e matérias-primas; emissão de CO_2; e geração e destinação de resíduos sólidos (CBCS, 2014; CHERUBINI, 2015).

Apesar de considerada boa solução, essas simplificações ainda são questionadas. Em Vaculikova et al (2014), a exclusão de algumas etapas do ciclo de vida influenciou significativamente o impacto ambiental, além de evidenciar que os valores da ACV completa são obviamente maiores do que a versão simplificada. Kellenberger e Althaus (2008), e Oregi et al (2015) quantificam tais diferenças, chegando a até 30% de diferença nos indicadores considerados. Ainda assim, a ACV é reconhecida internacionalmente e eficiente para compreender e comparar o desempenho ambiental de produtos e processos.

Na demanda por construções sustentáveis, o uso de materiais ambientalmente mais amigáveis, pode melhorar o resultado da ACV de um edifício, reduzindo em até 20% a energia incorporada (BRIBIAN, 2009), porém, outras ferramentas (Building Research Establishment's Environmental Assessment Method - BREEAM; Leadership in Energy and Environmental Design - LEED e GreenStar) estimulam modestamente o seu uso, pois atribuem a essas escolhas pontuações que correspondem respectivamente a 9%, 13% e 16% do total de pontos (DING, 2014). Além disso, o perfil de dados desses materiais ainda está incompleto ou indisponível, principalmente em países em desenvolvimento (DING,2014). Aliás, a falta de banco de dados é uma dificuldade generalizada (SURAHMAN e KUBOTA, 2012; REITER, 2010; ORTIZ, 2009).

As construções em terra são enaltecidas pelo seu baixo impacto ambiental e baixa energia incorporada, pois são pouco processadas (LAWSON,1996). Porém, as técnicas contemporâneas têm incorporado novas tecnologias, consumindo mais energia e podem não representar um desempenho ambiental bom com relação aos materiais convencionais (TRELOAR, 2001). Na comparação de ACV de paredes de taipa com alvenaria dupla e simples, o autor concluiu que a energia incorporada na taipa é significativamente menor do que a primeira, mas equivalente à segunda.

Este trabalho objetiva utilizar a técnica de ACV-m para comparar o desempenho ambiental de paredes de taipa mecanizada com técnicas convencionais de construção de paredes.

2 METODOLOGIA

A comparação foi feita com semelhantes edificações em blocos cerâmicos alveolares, em bloco de concreto, e em concreto moldado *in loco*. O edifício em estudo é um protótipo, construído na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande/MS. Nela, foram construídas seis

paredes de taipa, com volume total de 20,08 m³, área das paredes externas de 88,38 m² e internas, 81,36 m².

O estudo foi delimitado entre a extração/ produção das matérias-primas até a construção da parede, sem considerar dados de matérias-primas para produção do cimento, aço, e microfibra de polipropileno. O transporte foi simplificado, desconsiderando transporte da fábrica até à loja, e da loja até à obra.

Figura 1 – Fronteiras do sistema



Fonte: a autora (2015)

A unidade funcional considerada neste trabalho é a construção de 88,38 m² de paredes estruturais, com base na habitação de taipa. As paredes não necessitam ter a mesma espessura para possuir função estrutural e resistência semelhante (Tabela 1).

Tabela 1 – Propriedades dos sistemas construtivos

Sistema Construtivo	Dimensões (cm)	Espessura (cm)	Peso da unidade (kg)	Resistência (MPa)	Fonte
Taipa mecanizada	N.A.	21 - 24	N.A.	2,54 – 4,31	MILANI et al, 2014
Bloco cerâmico alveolar	14 x 19 x 39	14	7,5	4,5	ANICER,2012; NASCIMENTO, O. L. 2002
Bloco de concreto	14 x 19 x 39	14	12	4	ANICER,2012; CBCS,2014
Concreto moldado *in loco*	N.A.	12	N.A	20	ANICER,2012; ABCP,2008

Para quantificação de consumo de matérias-primas foram utilizados dados de literatura, e para taipa, medições in loco e documentos de obra. Não foram consideradas formas ou embalagens. Para a comparação foram utilizados apenas os dados do cimento, o único material em comum de todas as paredes.

O consumo de energia e emissões de CO_2, correspondem aos seus respectivos somatórios na extração/ processamento das matérias-primas, produção, transporte e energias envolvidas na construção da parede. Os fatores utilizados nos cálculos foram obtidos na literatura (Tabelas 2, 3 e 4), e para os equipamentos específicos da produção de taipa, o levantamento foi in loco e em manuais técnicos.

Dados relativos à energia e emissões da resina acrílica não foram encontrados na literatura, portanto, foram desconsiderados.

Foi considerada mistura manual das argamassas para assentamento e reboco, sem utilização de equipamentos elétricos.

Tabela 2 – Fatores de emissão de CO_2 e energia incorporada - matérias-primas

Fonte	**Fator Emissão CO_2 ($kgCO_2/t$)**		**Energia incorporada (MJ/t)**		**Ref**
	mínima	**máxima**	**mínima**	**máxima**	
Areia natural	4,2	9,6	55,3	109,0	SOUZA, 2012 apud CBCS, 2014
Brita 0	1,2	1,9	13,5	55,3	ROSSI, 2013 apud CBCS, 2014
Cimento CP II-F	716,4	804,4	3.096	3.240	HEINRICHS; WBCSD apud CBCS, 2014
Cimento CP II-E	433,2	804,4	1.872	3.240	HEINRICHS; WBCSD apud CBCS, 2014
Cal Hidratada[2]	607	1.031	3.350	4.245	JOHN, V. M. et al , 2014
Aditivo Plastificante[3]	690	-	16.000	-	SJUNNESSON, 2005
Microfibra de Polipropileno	1.663,2	-	478,85	-	MARQUES et al 2016
Aço	441,66	-	10.000	-	GERVASIO,2008

Para o consumo de óleo diesel (transporte por caminhões), foi considerado 0,006-0,022 l/t.km (CAMPOS, 2012). Informações sobre peso e capacidade de carga dos caminhões são de manuais técnicos (FORD, 2016; WOLKSWAGEN, 2016). O mesmo para dados de produção horária e potência de pá-carregadeira, para cálculo do consumo de combustível nas fases de extração e transporte dos materiais.

Tabela 3 – Fatores de emissão de CO_2 e energia incorporada - insumos energéticos

Fonte	**Energia**	**Fator Emissão**	**Ref Energia**	**Ref Fator Emissão CO_2**
Diesel	37,3 MJ/L	3,3 $kgCO_2/L$	SILVA, 2013 (EPA-2010 e CETESB-2010) apud CBCS, 2014	SILVA, 2013 (Wang et al-2004) apud CBCS, 2014
Gás natural[4]	41,3 MJ/m^3	5,4 $kgCO_2/m^3$	MACEDO; SEABRA; SILVA, 2008 apud CBCS, 2014	IPCC,2006; Planilha do GHG Protocol; MACEDO; SEABRA;

[2] Utilizada nas argamassas.

[3] Utilizado na produção do concreto para as paredes de concreto moldado in loco.

[4] Combustível utilizado no sistema de aquecimento para produção de concreto molhado das paredes de concreto moldado *in loco*.

				SILVA,2008 apud CBCS, 2014
Óleo BPF[5]	49.786,0 MJ/m³	3.835,0 $kgCO_2/m^3$	MACEDO; SEABRA; SILVA, 2008 apud CBCS, 2014	MACEDO; SEABRA; SILVA,2008 apud CBCS, 2014
Eletricidade	6,0 MJ/kWh	0,06 $kgCO_2/kWh$	Cálculo com base nos dados BEN 2013 apud CBCS, 2014	MCT - media dos anos de 2011, 2012 e 2013 apud CBCS, 2014
Combustível Navio	40 MJ/kg	3,5 $kgCO_2/kg$	RONNEAU, 2004	MC.KINNON, 2011
Serragem	2.500 kcal/kg	0,54 tCO_2/t	FERREIRA,1987; REDENERGIA,2002 apud MANFREDINI E SATTLER, 2005	DOS SANTOS, G.M. et al, 2000

Tabela 4 – Distâncias consideradas

Região	Ponto de partida	Ponto de chegada	Distância (km)
MS	Jazida arenito	Obra	20
	Olaria blocos cerâmicos	Obra	35,5
	Fábrica cimento	Obra	272
		Fábrica blocos de concreto	259
		Usina concreto	289
	Fábrica blocos de concreto	Obra	19
	Usina concreto	Obra	8,6
	Jazida brita	Fábrica blocos de concreto	19,4
		Usina de concreto	22,4
PR	Jazida areia	Obra	485
		Fábrica blocos concreto	499
		Usina concreto	486
SP	Siderúrgica	Obra	952
	Jazida/ Fábrica cal	Obra	1007
	Fábrica aditivo plastificante	Obra	1007
China	Fábrica microfibra de polipropileno	Porto Santos/SP	19.027,45
Porto Santos		Obra	1093

Fonte: Google Maps, menores distâncias

[5] Óleo de baixo ponto de fluidez. Utilizado no sistema de aquecimento para produção de concreto molhado das paredes de concreto moldado *in loco*.

Para o consumo de água foi considerada apenas a água incorporada no produto. Na geração de resíduos não foram registrados dados durante a execução das paredes de taipa, e, portanto, não foi considerado.

3 CÁLCULO DOS INDICADORES DE ACV-M

Para as paredes de taipa não foi considerado revestimento (N.A.), mas para as demais foram considerados reboco e argamassas com traços:

- assentamento: 1:0,6:5;
- revestimento: chapisco 5mm (1:3 - concreto e 1:4 - alvenaria), emboço 20mm (externo 1:2:9 e interno 1:4) e reboco 5mm (1:4).

Tabela 5 – Quantificação de materiais

Parede de taipa		
Volume de Massa Solta	36,14 m³	Volume paredes x coef. compactação (1 m³ de parede = 1,8 m³ de massa)
Material	**Quantidade**	**Considerações**
Solo arenoso	56.712 kg	Base no traço (1:12) e nas densidades dos materiais
Cimento Portland CP II	3.336 kg	
Microfibra polipropileno	54,49 kg	1,4% da massa do cimento
Resina Acrílica Impermeabilizante	29,10 litros	Baseado em rendimento de um balde de 18 litros (210 m²/demão), informado pelo fabricante, e na área interna e externa das paredes (169,74m²), considerando duas demãos.
Água	2.222,61 litros	6,15% do volume da "massa"
Parede de bloco cerâmico alveolar		
Material	**Quantidade**	**Considerações**
Blocos Cerâmicos	1.149 blocos	13 blocos/m²
Argila	13.087,11 kg	11,39 kg argila/bloco*
Água	0,24 litros	0,00021 kg/bloco*
Aço	35,35 kg	0,4 kg/cada 13 blocos*
Cimento	460,8 kg	Argamassas
Cal Hidratada	1.446,70 kg	
Areia	6.590,44 kg	
Água	1.320,20 litros	
Parede de bloco de concreto		
Material	**Quantidade**	**Considerações**
Blocos de Concreto	1.149blocos	13 blocos/m²
Cimento	1378,80 kg	Traço 1:9** 1 bloco:1,2 kg cimento, e 10,8 kg agregados
Areia	7.445,52 kg	Proporção entre agregados: 60% miúdos e 40% graúdos** 6,48 kg/pç
Brita 0	4.963,68 kg	4,32 kg/pç
Água	723,83 litros	0,63 litros água/bloco (CBCS,2014)
Aço	35,35 kg	0,4 kg/cada 13 blocos*
Cimento	513,6 kg	Argamassas
Cal Hidratada	1.446,70 kg	
Areia	6.526,20 kg	

Água	1.320,20 litros	
Parede de concreto moldado *in loco*		
Material	**Quantidade**	**Considerações**
Concreto Seco[6]	26.514 kg	300 kg/m² de parede*
Areia	7.685 kg	725 kg/m³ de concreto*
Brita 0	14.045 kg	1325 k/m³ de concreto*
Cimento	4.770 kg	450 kg/m³ de concreto*
Água	2014 litros	190 l/m³ de concreto*
Aditivo	42,69 litros	0,895 l/100 kg de cimento*
Aço	837,84 kg	9,48 kg/300 kg de concreto*
Cimento	513,6 kg	Reboco
Cal Hidratada	1.446,70 kg	
Areia	6.526,20 kg	
Água	1.320,20 litros	

*fonte: ANICER, 2012 **fonte: FRASSON, 2010

Tabela 6 – Energia incorporada (MJ)

Parede de taipa		
Etapa	**Quantidade (min-max)**	**Considerações**
Extração e/ou produção matérias-primas	10.474,52 - 10.920,90	Extração solo: 2,31 litros óleo diesel Base: produção horária para pá-carregadeira com rodas (JAWORSKI, 2011) e consumo horário de combustível (PINI, 2012). Potência (215 HP) - manuais técnicos (DOOSAN, HYUNDAI e LONKING) Produção cimento: 65 sacos cimento CP II – F 32 e restante CP II – E32
Transporte matérias-primas	199.794.011,2 - 199.809.102,4	Transporte Microfibra: estima-se 4.9994.708,8 kg combustível (bunker c) Demais matérias-primas: entre 151,72 litros e 556,31 litros óleo diesel
Construção paredes	835,62	Betoneira (potência 2,2 kWh x tempo de uso 23,074 h) Compactador pneumático (potência 0,041 kW x tempo de uso 20,294 h) Compressor pneumático (potência 3,8 kWh x tempo de uso 23,074h) Total: 139,27 kwh
Parede de bloco cerâmico alveolar		
Etapa	**Quantidade (min-max)**	**Considerações**
Extração e/ou produção matérias-primas	45.249,65 - 46.938,91	Extração argila: 6 litros óleo diesel/m³ Produção tijolo: 0,008 m³ gás natural/bloco Queima Bloco: 0,0057m³ serragem/bloco*
Transporte matérias-primas	10.998,65 - 40.325,4	Óleo Diesel: entre 294,87 - 1081,11 litros
Construção paredes	0	-

[6] Concreto ainda sem adição de água.

Parede de bloco de concreto		
Etapa	**Quantidade (min-max)**	**Considerações**
Extração e/ ou produção matérias-primas	10.023,43 - 19.946,49	Mínimo 2,5 MJ/pç e máximo 9,64 MJ/pç. (CBCS,2014)
Transporte matérias-primas	14642,11 - 53686,24	Óleo Diesel: entre 392,55 - 1439,31 litros
Construção paredes	0	-
Parede de concreto moldado *in loco*		
Etapa	**Quantidade (min-max)**	**Considerações**
Extração e/ ou produção matérias-primas	31.946,58 - 35.352,42	Produção de concreto molhado[7]: Diesel 22,7 MJ/m³ concreto Gás natural 1,16 MJ/m³ concreto Óleo pesado 3,09 MJ/m³ concreto Óleo leve 13,3 MJ/m³ concreto Eletricidade 4,36 kWh/m³ concreto* São necessários 11,14 m³ de concreto
Transporte matérias-primas	18.794,34 - 8.910,98	Caminhão betoneira (~ 11,2t) com capacidade de carga 18,8 t (ABESC, s.d) Óleo diesel: entre 503,87 - 1.847,48 litros
Construção paredes	3.487,55	2h para concretagem de 6m³ de concreto molhado. Caminhão betoneira 300 cavalos , consumo de diesel 21,5 kg/h* Consumo total: 79,76 kg ou 93,50 l

*fonte: ANICER, 2012

Tabela 7 – Emissão de CO_2 incorporada ($kgCO_2$)

Paredes de taipa		
Etapa	**Quantidade (min-max)**	**Considerações**
Extração e/ou produção matérias-primas	2488,16 - 2781,73	Extração do solo, produção do cimento e microfibra
Transporte matérias-primas	17.481.981,48 - 17.483.315,98	Microfibra de polipropileno foi importada da China por navio. Fator de emissão de 12,5 gCO_2/tkm para navio de 8000 TEU (MC.KINNON, 2011). A capacidade de carga dos navios foi baseada nos trabalhos de Psaraftis e Kontovas (2008) e Kristensen, H. O (2013). Óleo Diesel: 151,72-556,31 litros.
Construção paredes	8,36	Total: 139,27 kwh
Paredes de bloco cerâmico alveolar		
Etapa	**Quantidade (min-max)**	**Considerações**
Extração e/ou produção matérias-primas	3.348,61 - 4.038,14	Consumo: 46,20 litros diesel 0,96 m³ gás natural

[7] Refere-se a mistura de cimento, areia e água (ANICER,2012)

		6,53 m³ serragem
Transporte matérias-primas	973,07 - 3567,66	Óleo Diesel: 294,87-1081,11 litros
Construção paredes	0	-

Paredes de bloco de concreto

Etapa	Quantidade (min-max)	Considerações
Extração e/ ou produção matérias-primas	1.760,20 - 3.591,55	0,41 kgCO2/pç (min) - 1,40 kgCO2/pç (max) (CBCS,2014)
Transporte matérias-primas	1295,41 - 4749,7	Óleo Diesel: 392,55-1439,31 litros
Construção paredes	0	-

Parede de concreto moldado *in loco*

Etapa	Quantidade (min-max)	Considerações
Extração e/ ou produção matérias-primas	5.182,33 - 6.347,26	Diesel 6,80 litros (22,4 $kgCO_2$) Gás Natural 0,31 m³ (1,674 $kgCO_2$) Óleo Pesado (BPF) 0,0030 m³ (11,505 $kgCO_2$) Óleo Leve 0,96 $kgCO_2$. Não foi especificado tipo de combustível utilizado, foi considerado querosene, correspondente a 0,26 kgCO2/kWh. Eletricidade 48,57 kWh (2,91 $kgCO_2$)
Transporte matérias-primas	1.662,76 - 6.114,67	Óleo Diesel: entre 503,87 l e 1.847,48 l
Construção paredes	308,55	Óleo Diesel: 79,76 kg ou 93,50 l

Para cada indicador foram gerados gráficos para comparação. Os gráficos 1 e 2 representam valores de consumo de cimento e água, respectivamente. As paredes de taipa consomem 68,32% mais água e 632,96% mais cimento do que a parede de bloco cerâmico; 8,74% mais água e 76,28% mais cimento do que as paredes de bloco de concreto; e 33,34% menos água e 36,86% menos cimento do que as paredes de concreto moldado *in loco*.

Gráfico 1 – Consumo de cimento (kg)

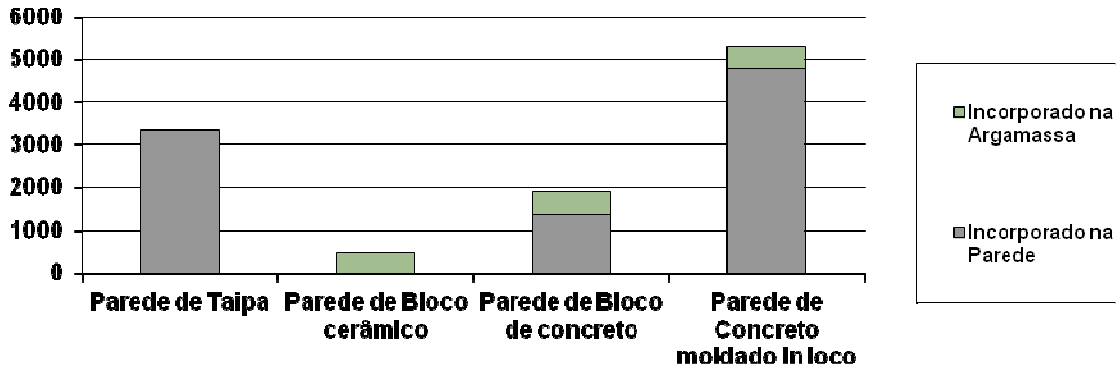
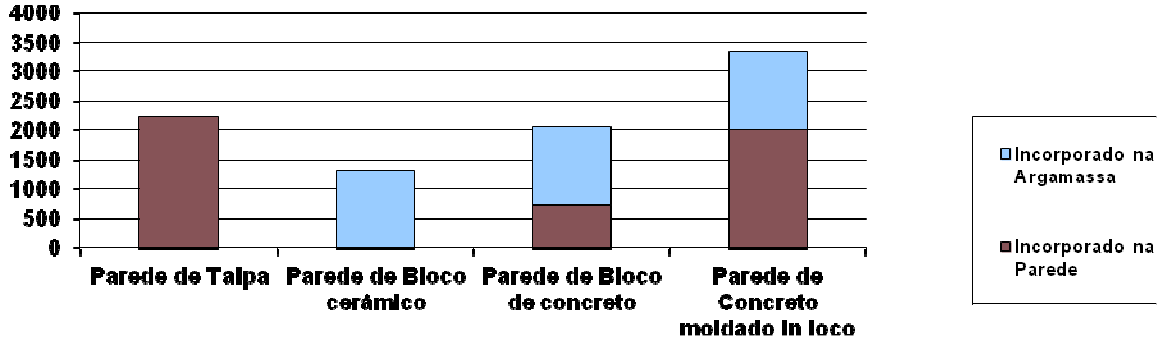


Gráfico 2 – Consumo de água (L)



Em energia e emissões incorporadas foi encontrada uma dificuldade. Devido à microfibra de polipropileno ter sido importada da China, o consumo de combustível estimado foi elevado (4.994.708,8 kg), portanto, os indicadores ficaram extremamente altos (Gráficos 3 e 4). O transporte por navio da China até ao Porto em São Paulo correspondeu a 99,99% da energia incorporada; e as emissões correspondem a 99,98% do total para a parede de taipa.

Gráfico 3 – Energia incorporada (MJ)

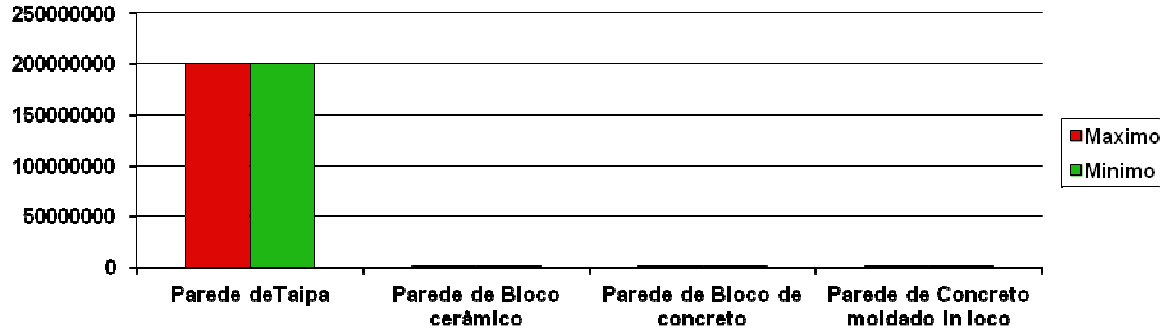
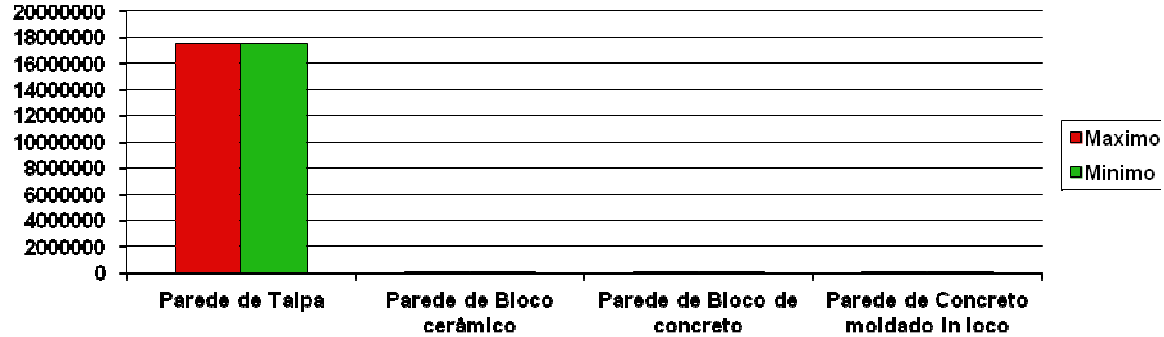


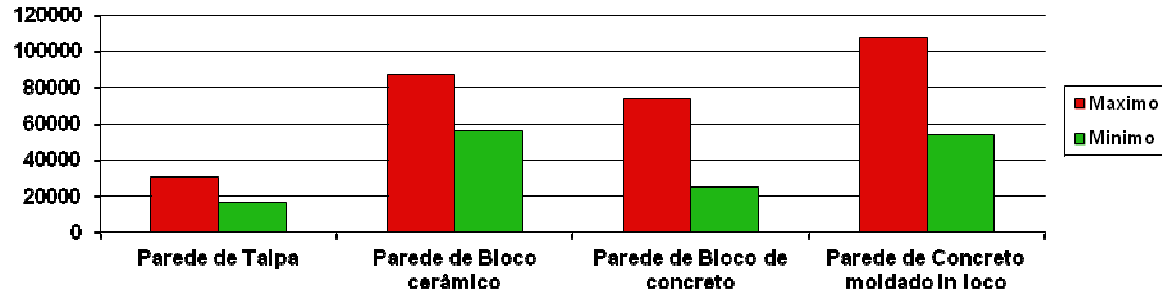
Gráfico 4 – Emissão de CO_2 incorporada ($kgCO_2$)



Como os outros sistemas construtivos também podem ter importação de produtos (mas que não foram incluídos), e também com o propósito de não ignorar as informações obtidas, foi feito um cálculo considerando a energia e a emissão da microfibra de polipropileno hipoteticamente fabricadas em

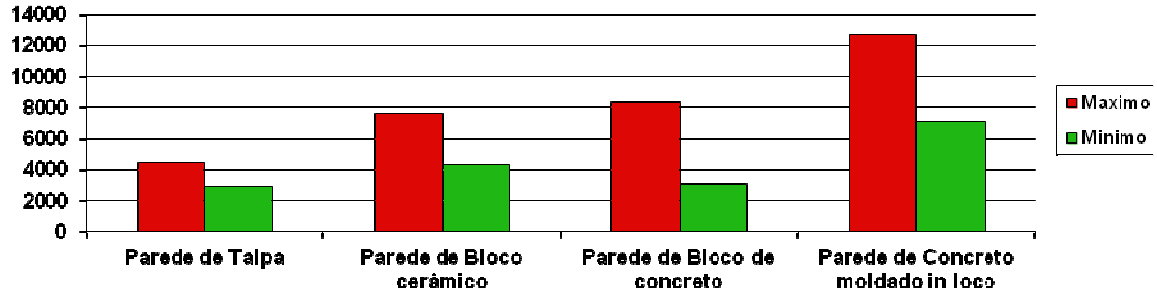
São Paulo, distante 963 km de Campo Grande, equilibrando a escala dos dados obtidos. Nessa hipótese (gráfico 5), as paredes de taipa possuem entre 64,71% e 70,66% menos energia incorporada do que os blocos cerâmicos; entre 33,10% e 58,18% menos do que a parede de bloco de concreto; e entre 69,57% e 71,42% menos do que as paredes de concreto moldado *in loco*.

Gráfico 5 – Energia incorporada (MJ) desconsiderando importação



As emissões (gráfico 6) das paredes de taipa são entre 31,67% e 41,18% menores do que as paredes de bloco cerâmico; entre 3,36% e 46,37% menores do que as paredes de bloco de concreto; e entre 58,72% e 64,97% menores do que as paredes de concreto moldado *in loco*.

Gráfico 6 – Emissão de CO_2 incorporada ($kgCO_2$) desconsiderando importação



A Tabela 8 a seguir apresenta o *ranking* dos sistemas estudados, considerando-se os indicadores da ACV-m, sendo 1° o menos impactante ambientalmente, e, 4° o mais impactante.

Tabela 8 – *Ranking* de impactos dos sistemas construtivos

Sistema Construtivo	**Consumo de Cimento**	**Consumo de Água**	**Energia Incorporada**	**Emissão Incorporada**
Paredes em Taipa	3°	3°	1°	1°
Paredes em Bloco Cerâmico	1°	1°	3°	3°
Paredes em Bloco de Concreto	2°	2°	2°	2°
Parede em Concreto Moldado *In Loco*	4°	4°	4°	4°

4 CONCLUSÕES

Em geral, as paredes de taipa (sem adições importadas) são menos impactantes do que outros materiais. Porém, devido à importação da microfibra de polipropileno, o seu impacto pode ser muito maior do que se fosse construída com outro material. Para equalizar os impactos reais seria necessário ampliar o escopo e detalhar cada produto de forma a identificar todos os materiais importados. Os dados deste trabalho dizem respeito apenas a situação aqui descrita, podendo mudar de acordo com o escopo, a unidade funcional, escolha de fornecedores e fábricas, região da construção e base de dados.

Com relação ao *ranking* de impacto ambiental das técnicas foram encontradas dificuldades, pois a ACV-m não atribui pesos para o cálculo dos impactos, dessa forma, a construção em taipa estaria "empatada" com a construção em bloco cerâmico, apesar de ter as menores emissões e energia incorporados.

O método de ACV-m é recente e ainda está em aprimoramento, portanto, não é possível julgar a sua capacidade para comparar o impacto ambiental de produtos, mas ele apresenta uma boa compreensão geral dos impactos ao longo do ciclo de vida.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Parede de Concreto**: coletânea de ativos 2007/2008.São Paulo,2008. Disponível em: <http://abesc.org.br/arquivos/coletania-aditivos.pdf>. Acesso em: 10 jan. 2016

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS EMPRESAS DE SERVIÇO DE CONCRETAGEM – ABESC. **Apresentação sobre Tecnologia do Concreto**. Aperfeiçoamento Profissional. s.d. Disponível em: <http://www.abesc.org.br/Apresentacoes/Tecnologia%20do%20Concreto/Tecnologia%20do%20Concreto.swf>. Acesso e m 16 jan. 2016

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDUSTRIA CERÂMICA - ANICER. **Análise comparativa do ciclo de vida de paredes construídas com tijolos de cerâmica, blocos de concreto e concreto armado moldado in loco**. Relatório final Revisado por equipe especializada. 25 de maio de 2012

BRIBIAN IZ, USON AA, SCARPELLINI S**. Life cycle assessment in buildings: state of the art and simplified LCA methodology as a complement for building certification**. Build Environ 44:2510–2520. 2009

CAMPOS, E. F. DE. **Emissão de CO2 da madeira serrada da Amazônia: o caso da exploração convencional**. São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2012. Dissertação de Mestrado.

CHERUBINI, E.; RIBEIRO, P.T. **Diálogos Setoriais Brasil e União Européia: desafios e soluções para o fortalecimento da ACV no Brasil**. Brasília: IBICT, 2015.

CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL- CBCS. **Plataforma Global de Avaliação do Ciclo de Vida Simplificado para Construção Sustentável**. Contribuição apresentada a Rio+20, Rio de Janeiro, 2012. Disponível em:<http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/posicionamentos/CBCS_Posicionamentos_Plataforma%20global.pdf>. Acesso em: 10 de junho de 2014.

CBCS, ABCP, Blocobrasil. **Sustentabilidade na indústria de blocos e pavimento de concreto**. Avaliação de Ciclo de Vida Modular. CBCS, São Paulo, 2014.

DING, G.K. **Life cycle assessment (LCA) of sustainable building materials: An overview**. Eco-efficient construction and building materials Life cycle assessment (LCA), eco-labelling and case studies, Woodhead Publishing, Cambridge, UK, pp. 38-62. 2014.

DOS SANTOS, G.M., BAZZO, E., NICOLAU, V.P. e OLIVEIRA JR., A.A.M. **Serragem e Gás Natural como Fontes Energéticas em Fornos Túneis na Indústria Cerâmica Vermelha**. 8o. Congresso Brasileiro de Ciências Térmicas, ENCIT, 2000, Porto Alegre, Outubro/2000.

FRASSON Júnior; OLIVEIRA; PRUDÊNCIO Junior. **Caderno Técnico Alvenaria estrutural** – CT10. Prisma. São Paulo: 2010. Disponível em: www.mandarim.com.br/download.asp?arquivo=2052008143236.pdf. Acesso em 05 jan 2016.

FORD. **Manuais técnicos**. Disponível em: http://www.fordcaminhoes.com.br/. Acesso em 10 jan. 2016.

GERVÁSIO, Helena. **A sustentabilidade do aço e das estruturas metálicas**. In: CONSTRUMETAL, 2008, São Paulo. Anais. Disponível em: http://www.abcem.org.br/construmetal/2008/downloads/PDFs/27_Helena_Gervasio.pdf. Acesso em: 16. Jan. 2016.

GRAHAM J. TRELOAR, CERIDWEN OWEN, ROGER FAY. **Environmental assessment of rammed earth construction systems**. Structural Survey. Vol. 19 Iss 2 pp. 99 – 106. 2001.

JAWORSKI, Tadeo. **Equipamentos para Escavação – Compactação e Transporte**.124 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal de Paraná, Curitiba, 1997. Disponível em: <http://www.dtt.ufpr.br/Equipamentos/Arquivos/Apostila%20de%20Equipamentos%20Digitalizada_Tadeo_Jaworski.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2016.

JOHN, V. M. et al. **Economia de baixo carbono**: avaliação de impactos de restrições e perspectivas tecnológicas. Ribeirão Preto, 2014. Disponível em: http://www.desenvolvimento.gov.br/portalmdic/arquivos/dwnl_1423738707.pdf. Acesso em: 21/01/16.

KELLENBERGER, D. and ALTHAUS, H. **Relevance of Simplifications in LCA of building components**. Building and Environment, 44, 818-825. 2009.

KRISTENSENK, H. O. **Statistical Analysis and Determination of Regression Formulas for Main Dimensions of Container Ships based on IHS Fairplay Data**. Project no. 2010- 56, Emissionsbeslutningsstøttesystem, Work Package 2, Report no. 03, Technical University of Denmark. 2013

LAWSON, W.R. **Building Materials, Energy and the Environment: Towards Ecologically Sustainable Development**. The Royal Australian Institute of Architects, Red Hill, ACT, p. 135. 1996.

LOQUES, Rafael. **Avaliação do Ciclo de Vida Simplificada do cimento portland.** Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola Politécnica,Setembro 2013.

MANFREDINI, C; SATTLER, A. M. **Estimativa de Energia Incorporada a Materiais de Cerâmica Vermelha no Rio Grande do Sul**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n.1, p.23-37, jan. mar./ 2005.

MARQUES, V. M.; GOMES, L. P.; KERN, A. P. **Avaliação ambiental do ciclo de vida de telhas de fibrocimento com fibras de amianto ou com fibras de polipropileno**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 187-201, jan./mar. 2016.

MC. KINNON, A.: **Guidelines for Measuring and Managing CO_2 Emission from Freight Transport Operations**. Issue 1, March 2011

MILANI, A. P. S. ; YUBA, A. N. ; PAZ, J. G. S ; VERALDO, A. C. **Análise do Processo de Produção de Paredes Monolíticas de solo estabilizado a partir do uso de mecanização.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 2014, Campo Grande. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014, 2014.

NASCIMENTO, O. L. **Alvenarias**. 1ª Ed., Rio de Janeiro, IBS/CBCA, 2002.

OREGI X. , HERNANDEZ P, GAZULLA C, ISASA M. **Integrating Simplified and Full Life Cycle Approaches in Decision Making for Building Energy Refurbishment: Benefits and Barriers**. Buildings 2015, 5(2), 354-380.

ORTIZ, O. CASTELLS, F., SONNEMANN, G. **Sustainability in the construction industry: A review of recent developments based on LCA**. Construction and Building Materials 23, 28-39. 2009.

PINI. **Combustível para Maquinas**. Revista Equipe de Obra. São Paulo: Editora Pini. Edição 43. Jan 2012

PSARAFTIS, H.N., C.A. KONTOVAS. 2008. **Ship Emissions Study**. National Technical University of Athens. report to Hellenic Chamber of Shipping, May. Disponível em: <http://www.martrans.org/documents/2008/sft/final%20report%20v10.2.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2016

RONNEAU, C. Energie**, pollution de l'air et developpement durable**. Louvain-la-Neuve: Presses Universitaires de Louvain. 2004

REITER, S. **Life Cycle Assessment of Buildings – a review**. Sustainability Workshop and Third Plenary Meeting, Brussels, Belgium (07/07/2010), 2010, pp. 1–19.

SJUNNESSON, JEANNETTE. **Life Cycle Assessment of Concrete**. Sweden : Lund University, 2005.

SURAHMAN, U.; KUBOTA, T. **Development of simplified LCA model for residential buildings in Indonesia; A pilot survey in Bandung**. AIJ Journal of Technology and Design, 18, No.40: p.1003-1008. 2012.

TRELOAR, G.J.; OWEN,C.;FAY,R. **Environmental assessment of rammed earth construction systems**. Structural Survey, Vol. 19 Iss 2 pp. 99 – 106. 2001.

VACULIKOVA M., et al. **Simplified and Detailed Life Cycle Assessment of a Building Replacement with Re-use of Selected Materials**. In 2014 WSB14 Barcelona. Barcelona: Green Building Council Espaņa (GBCe), 2014, p. 1-7.

VOLKSWAGEN. Manuais técnicos. Disponível em: https://www.man-la.com/produtos-volkswagen/. Acesso em: 10 jan. 2016

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

TÉCNICAS ECO EFICIENTES APLICADAS EM EDIFICAÇÕES[1]

MÜLLER, Matheus (1); FREITAS, Márcia.R (2)

(1) FEG-UNESP, e-mail: mrlmuller@gmail.com ; (2) FEG-UNESP, e-mail: marciarf@feg.unesp.br

RESUMO

A população mundial cresce a cada dia, existindo mais pessoas no Facebook hoje do que vivas há 100 anos. A quantidade de recursos exigida para manter este crescimento é cada vez maior e o lixo produzido é, consequentemente, crescente. Com isso a insustentabilidade se instala, tirando-se mais do meio do que se é capaz de dar ou tratar, provocando a degradação do planeta Terra. Dentro deste contexto, apresenta-se uma proposta de estudo da aplicação de técnicas e métodos eco eficientes para edificações, visando à criação de um prédio modelo no campus universitário da Faculdade de Engenharia de Guaratinguetá (FEG)-UNESP. No local, alunos de graduação, mestrado e doutorado poderão realizar pesquisas e testes em tecnologias e melhorias diversas, provando serem ou não eficientes. O prédio foi planejado com o uso de contêineres Dry High Cube; uso de água pluvial para finalidades não potáveis; uso do Powerwall TESLA; aproveitamento do lixo orgânico; entre outros. É possível averiguar que uma quebra de paradigma em nosso modelo construtivo é necessária e este trabalho tenta demonstrar isto, ou seja, o potencial que não é usado, a possibilidade de se ter uma engenharia civil mudando o futuro do Brasil e do mundo.

Palavras-chave: Construção civil. Ecoeficiência. Construção com Contêineres. Água pluvial. Powerwall.

ABSTRACT

The world population is growing every day; there is more people in Facebook today than alive100 years ago. The amount of resources required to maintain this growth is increasing and so is the waste produced. Therefore, unsustainability settles, mankind is taking more from the environment than it is capable of giving or treating, causing the degradation of the planet Earth. In this context, a research proposal is presented for the study of eco-efficient techniques and methods for buildings, aiming the construction of a model building on FEG-UNESP university campus. There, graduates, masters and Ph.D. students may conduct research and tests in various technologies and improvements, proving whether they are efficient or not. The building was planned with the use of Dry High Cube containers; use of rainwater for non-potable purposes; use of TESLA Powerwall; utilization of organic waste; among others. It's possible to verify that a paradigm break in our constructive model is needed and this paper attempts to demonstrate this, that is, the possibility of having a civil engineering changing the future of Brazil and the world.

***Keywords**: Civil construction. Eco efficiency. Building with containers. Rainwater. Powerwall.*

[1] MÜLLER, M.; FREITAS, M.R. Técnicas eco eficientes aplicadas em edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A existência humana é precária, assim como a de qualquer outra forma de vida, pois depende de inúmeros fatores para existir e se manter. Além do ciclo convencional de vida, a existência humana é singular devido a ganância do "sempre mais" sem comedimento e, com isso, acaba por destruir o meio, prejudicando a si mesmo e aos outros seres que o habitam. O planeta Terra é finito, logo, os recursos que contém também o são. A humanidade em sua história tratou como inesgotáveis os insumos por ela consumidos, necessitando de séculos para entender a finitude e riscos de seu uso descontrolado (SIQUEIRA CAMPOS, 2004).

Nos dias atuais, mais da metade da população mundial passou a viver em centros urbanos - 81% (SCANAVACA JR., 2012), e essa proporção ainda aumenta e, com a industrialização, há um maior consumo de recursos e consequente geração de lixo. Mesmo hoje com o conhecimento e ciência, os países ainda presam mais sua riqueza monetária do que a preservação do planeta, seguindo diretamente para um cenário de agravação da crise de recursos naturais já existente, devendo enfrentar, por exemplo, problemas de acessibilidade à água e dificuldades no fornecimento adequado deste recurso (GHISI, 2005). Ainda com um crescimento desordenado, populações cada vez maiores e com menos planejamento, a impermeabilização dos solos e falta de mata ciliar, as cidades enfrentam graves problemas como enchentes, bolsões de calor, estresse elevado, doenças respiratórias, entre outros problemas (SCANAVACA JR., 2012). Assim, aumentam-se também as chances de falta não só da água, mas de energia elétrica, saneamento, entre outros.

Com esta demanda crescente de bens proveniente da situação de consumismo atual, a geração de lixo no mundo enfrenta um aumento, onde os países considerados desenvolvidos são os que mais consomem e geram resíduos, no entanto, os países emergentes também vêm consumindo mais e contribuindo neste sentido. O crescimento demográfico, a concentração da população nas grandes cidades, a adoção de estilo de vida consumista, fazem aumentar a geração de lixo, por exemplo, na construção civil as perdas de materiais chegam a 33% e nas feiras e supermercados, cerca de 30% do estoque de alimentos vai para o lixo (SALVARO et al., 2007).

Estima-se que a demanda dos recursos hídricos no Brasil esteja dividida da seguinte forma: em primeiro lugar vem o setor agrícola, que capta aproximadamente 72,5% do volume total, seguido pelo setor de abastecimento, com cerca de 18%, e por fim o setor industrial, com 9,5% (SETTI, 2001). No país, a principal fonte de geração de energia elétrica são as hidrelétricas e, com a crise hídrica que assola o território nacional, principalmente na região Sudeste desde 2014, já acarreta na falta de abastecimento de água e energia elétrica, sendo que este problema tende a aumentar no futuro (OLIVEIRA FILHO, 2015).

O desenvolvimento do ser humano está ligado à disponibilidade de energia. Atualmente a matriz energética mais usada mundialmente baseia-se nos

combustíveis derivados de petróleo, que possui coeficiente energético elevado, mas que também gera grande degradação ambiental em sua utilização. As fontes renováveis, como a solar ou a eólica, possuem como vantagem a produção de energia sem danos ao meio ambiente. Dentre essas, a energia solar fotovoltaica, por exemplo, se destaca como um grande potencial de geração limpa e descentralizada (SANTOS, 2009).

Leva-se em conta, então, a necessidade de um meio de vida mais consciente com utilização de energias renováveis que gerem pouco impacto ao meio, uso de recursos com mais sabedoria, presando a economia sem desperdício, uso de água potável para finalidades mais nobres, como a dessedentação, métodos construtivos modulares e otimizados, sem entulho, entre outros. Com esta visão, propôs-se a construção de uma edificação eco eficiente no campus universitário da *FEG-UNESP*, com propósito de ser um centro de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias voltadas a essa finalidade.

2 DESCRIÇÃO DA PROPOSTA

2.1 Objetivos

Este artigo retrata uma proposta ao campus universitário da *FEG-UNESP*, cujo objetivo é criar um local de pesquisa e desenvolvimento tecnológico, juntamente com os alunos de graduação, mestrado e doutorado, com cunho eco eficiente, focando em soluções para problemas urbanos atuais.

Espera-se que com o apoio de agências de fomento seja possível iniciar a implementação da edificação no campus, assim como a pesquisa prática e de metodologia. Após este início contar-se-á com o apoio de empresas externas à Universidade, que apoiarão o Departamento de Engenharia Civil, professor coordenador do projeto e equipe de pesquisa.

Além da equipe, soma-se o apoio da empresa júnior Jovens Projetistas que desempenhará um papel importante em treinamento e continuação do projeto, estando a edificação pronta.

Objetiva-se, finalmente, a criação de patentes de produtos eco eficientes para edificações, que em parceria com empresas e academia, rompam paradigmas que atrasam o desenvolvimento sustentável.

2.2 Metodologias a serem usadas

A realização do projeto proposto foi iniciada com uma revisão bibliográfica, agregando o máximo de informações relevantes à edificação. Uma vez com um levantamento satisfatório na bibliografia, será iniciada a fase de projeto, garantindo o desempenho das técnicas e tecnologias a serem pesquisadas.

Uma vez que os projetos arquitetônico e executivo estejam completos, serão implementadas as tecnologias, no período de obra, e estudadas em funcionamento, quando a obra for concluída.

Com o estudo bibliográfico e de mercado foram escolhidas seis técnicas e tecnologias inicialmente, sendo:

- Composteira e minhocário;
- Horta doméstica;
- Captação e uso pluvial;
- Energia elétrica TESLA;
- Construção modular (Contêineres); e
- Certificação LEED.

2.3 Proposta

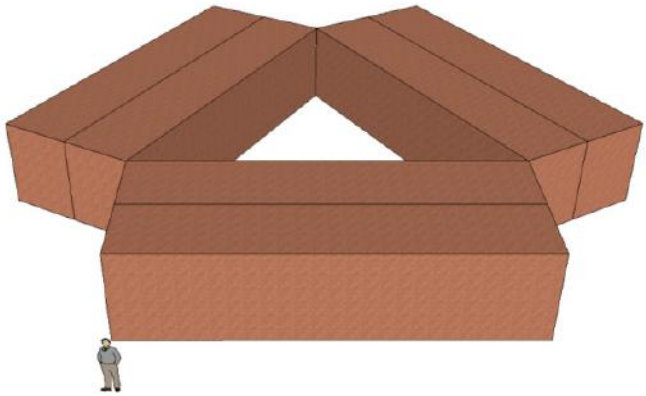
Observando-se a situação de insustentabilidade atual, gerada por fatores que podem ser trabalhados para uma melhor perspectiva, propõem-se a construção de uma edificação para estudos no campus da FEG-UNESP, esta sendo construída e mantida com metodologias eco eficientes, demonstrando e criando novas técnicas e tecnologias para a construção civil.

Esta edificação deverá ser construída aliando pesquisas realizadas por alunos do campus, metodologias e produtos sustentáveis existentes no mercado, patrocínio de empresas e auxílio da empresa júnior Jovens Projetistas. Tem-se como foco a construção modular, assim, garantindo a possibilidade de pesquisas futuras, facilitando sua implementação e estudos na própria edificação.

O projeto inicial é composto por uma estrutura feita com seis contêineres, perfazendo uma área útil superior a 230 m^2, como mostra a Figura 1.

A disposição da edificação contará com quatro salas de aproximadamente 8m^2 e duas salas de aproximadamente 16m^2, um banheiro masculino e um feminino, uma copa, uma sala de reuniões e *hall* de entrada, fora a área central que terá a função de horta, como se vê na Figura 2.

Figura 1 - Demonstrativo da disposição dos contêineres



Fonte: Autor (2015).

Figura 2 – Planta baixa



Fonte: Autor (2015).

3 RESULTADOS DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA SOBRE AS TECNOLOGIAS E DISCUSSÕES

3.1 Composteira

O processo de compostagem é um processo biológico de modificação de resíduos orgânicos em substâncias húmicas (TEIXEIRA et al., 2004). Para este processo usa-se a composteira e, para o seu melhor funcionamento, deve-se picar o material orgânico a ser introduzido para que seja recolhido e agregado a um material já em processo de compostagem. O processo leva um período de 30 dias para se concluir, para homogeneização e aeração. Quando nova porção de matéria orgânica for inserida, deve-se realizar o revolvimento da mistura (WANGEN et al., 2010).

A compostagem é formada por três fases principais: a fase de fermentação, fase de bio estabilização e fase de humificação.

Uma pessoa gera em média 500g de lixo orgânico por dia, destes aproximadamente 75% são resíduos alimentares. A densidade deste lixo é de 375kg/m^3, desta forma, o volume de lixo orgânico que uma pessoa produz diariamente é de 10^{-3} m^3 (NOGUERA, 2011).

Desta forma, percebe-se que é possível reaproveitar em torno de 75% do lixo que é produzido por uma pessoa para compostagem. Estas quantidades sendo revertidas em nutrientes para uma horta, acarreta em economia no lixo produzido.

3.2 Horta doméstica

Com o aumento do uso de químicos e agrotóxicos para o cultivo de plantas e vegetais, passou a ser viável o plantio doméstico de alimentos, visto que, para produzir verduras e legumes capazes de alimentar duas pessoas mensalmente, um local ensolarado com 10 m^2 já é suficiente. O local para a horta deve receber um mínimo de cinco horas de sol por dia; os canteiros devem ser posicionados na direção norte a sul, a fim de se aproveitar o máximo de sol; deve ser considerada a construção de um quebra vento ao sul da horta para evitar os ventos frios que prejudicam o plantio; não se deve deixar os canteiros encharcados de água e deve-se priorizar o uso da água da chuva para as regas (MANUAL HORTA ORGÂNICA DOMÉSTICA, 2008).

Para a manutenção nutritiva da horta será usada uma composteira.

3.3 Captação pluvial

Para amenizar o problema de disponibilidade quantitativa de água e complementar a utilização deste recurso em habitações, tem-se a coleta e armazenamento de água pluvial (GHISI et al., 2006).

Para o dimensionamento do sistema de coleta da chuva deve-se seguir o manual da ABNT NBR 15.527 (ABNT, 2007). A seguir é demonstrado um cálculo da disponibilidade de água pluvial realizado para a cidade de Guaratinguetá, SP.

Primeiramente é necessário realizar o levantamento da área de coleta da edificação, esta correspondendo à projeção horizontal da superfície. Com a área de coleta dimensionada, deve ser feito o levantamento da precipitação no local.

Com estes dados é possível realizar a previsão de volume coletado mês a mês, como descreve a NBR 15.527. O reservatório deverá ser dimensionado com base nos resultados obtidos, de tal forma a atender a habitação, de acordo com sua localidade.

O dimensionamento da captação na edificação se dá pela análise da precipitação média histórica na localidade. Neste caso da cidade de Guaratinguetá, SP, os dados são retirados da Nurma, banco de dados da USP.

Utilizando-se a tabela de média histórica da NURMA (2015) para o município, encontrou-se o valor de 109,7 mm médios mensais de precipitação.

Segundo o DIEESE (1994) o tamanho médio da família paulista é de 3,8 pessoas e, como descreve SNIS (2014), o uso por pessoa em centros urbanos pode ser estimado em 200 litros/(hab x dia). Com estes dados realiza-se o dimensionamento para uma família de três integrantes morando numa casa média padrão com 100 m^2 (correspondendo a 1/3 da edificação). Pelo Método de Rippl, fez-se o dimensionamento (Tabela 1) e, posteriormente analisou-se os resultados para o mês de setembro.

Tabela 1 – Uso do método de Rippl

Mês	Chuva média mensal (mm)	Demanda (m^3)	Área de captação (m^2)	Volume captado (m^3)	Vol. Demanda - Vol. Captado (m^3)	Diferença Acumulada (m^3)
jan.	221	6,84	100	22,10	-15,26	0,00
fev.	224	6,84	100	22,40	-15,56	0,00
mar.	177	6,84	100	17,70	-10,86	0,00
abr.	63	6,84	100	6,30	0,54	0,54
mai.	37	6,84	100	3,70	3,14	3,68
jun.	28	6,84	100	2,80	4,04	7,72
jul.	20	6,84	100	2,00	4,84	12,56
ago.	24	6,84	100	2,40	4,44	17,00
set.	52	6,84	100	5,20	1,64	18,64
out.	126	6,84	100	12,60	-5,76	12,88
nov.	140	6,84	100	14,00	-7,16	5,72
dez.	204	6,84	100	20,40	-13,56	-7,84

Fonte: Autor (2015).

Como o valor calculado foi de 18,64 m^3, estabeleceu-se então o valor de 20 m^3 para o volume do reservatório.

Silva, Sousa & Carvalho (2015) apresentam o uso de água para fins não potáveis em uma residência da seguinte maneira; 29% com descarga, 8% com máquina de lavar e 1% em usos externos, gerando uma soma de 38% do uso total de água para finalidades não potáveis.

Com três integrantes utilizando 200 litros/dia, uma residência tem um consumo mensal de 18.000 litros, sendo que 38% deste valor pode ser substituído por água não potável, de coleta de chuva, representando 6.840 litros/mês.

Analisando a tabela de Rippl, para este caso, é possível notar que este valor é alcançado e superado, sendo passível de se suprir todos os modais de uso de água que não demandem potabilidade e ainda tendo uma margem para outros usos não previstos.

3.4 TESLA Powerwall

É uma bateria com recarregamento fotovoltaico; existem dois modelos de Powerwall: um com 7kWh, e outro com 10kWh, que podem ser combinadas com outros até um máximo de 90kWh. Nestes pacotes estão inclusos: a bateria, o controle de carregamento, o liquido termal de controle de temperatura e os painéis solares, mas não o inversor que é comprado separadamente para o controle da distribuição da eletricidade (TESLA, 2015).

O sistema Powerwall é capaz de entregar continuamente 2kW e, em picos, 3,3kW - um inversor que aguente estes valores custa em média 1500 dólares, somando um total de 5000 dólares para a compra do pacote completo. Isto sem contar a instalação, pois a TESLA prescreve que o produto deve ser instalado por um eletricista qualificado.

Sabe-se que a média do consumo elétrico brasileiro em residências é de 152,2kWh/mês, sendo que o maior consumo ocorre na região Sul do Brasil, atingindo 273,1kWh/mês (ELETROBRAS/PROCEL, 2007).

Com estes valores nota-se que o Powerwall consegue disponibilizar 255kWh/mês, mais do que suficientes para atender a média do país, porém seriam necessárias duas unidades em uma residência de consumo elevado da região Sul. Desta forma, é possível retirar a residência da necessidade de rede de distribuição de eletricidade.

3.5 Construção modular usando contêineres

Contêineres são caixas metálicas, constituídas na maioria das vezes por aço, utilizadas para o transporte de mercadorias e planejadas para resistirem a inúmeros esforços e com longa vida útil.

Devido à estrutura metálica, o conforto térmico e acústico em um contêiner deve receber atenção especial e seguir a NBR 15.575 (ABNT, 2013), a fim de garantir a saúde térmica e acústica para residência.

É necessário se garantir a manutenção de construções desse tipo, seguindo os manuais de Operação e Manutenção em conformidade com a NBR 14.037 (ABNT, 2014), seguindo a gestão da manutenção de acordo com a NBR 5.674 (ABNT, 2012).

Segundo MILANEZE et al. (2012), o preço da construção e transformação de um contêiner em habitação, levando em conta a totalidade dos processos construtivos, é de R$ 23.806,00, contra um total de R$ 26.034,85 para a mesma área em alvenaria comum.

Como o projeto abordado neste trabalho é composto por seis contêineres, a estimativa do investimento total na obra é de R$ 142.836,00 - este valor contra um total de R$ 156.209,10 quando usando alvenaria convencional. A obra com contêineres leva em média metade do tempo e gera menos entulho do que uma construção convencional.

3.6 Certificação LEED

LEED ou *Leadership in Energy and Environmental Design* é um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, de origem americana, existente desde 1998 (BARBOSA, 2013). Utilizado em 143 países e com o intuito de incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade de suas atuações.

O sistema LEED de qualificação disponibiliza 136 pontos possíveis para uma certificação, onde no mínimo são necessários 45 pontos.

As certificações são classificadas de acordo com sua pontuação, sendo: 45 a 59 pontos o mínimo para uma certificação, de 60 a 74 pontos uma certificação prata, de 75 a 89 uma certificação ouro e de 90 a 136 a maior certificação possível chamada de platina. Para cada área de avaliação é necessário que sejam cumpridos pelo menos uma pontuação mínima (CERTIFICAÇÃO LEED, 2015).

Para a certificação LEED deve-se esperar um prazo de testes, o alvará da banca julgadora, e, com a pontuação final atribuída, alocar o patamar da certificação.

No Brasil existe a Casa E – BASF em São Paulo (NAKAMURA, 2013), que possui grandes semelhanças com a edificação proposta neste estudo, como: construção modular com pouco ou nenhuma geração de entulho, eficiência em iluminação e energia elétrica, economia de água, compostagem do lixo, entre outros, e possui a certificação LEED Ouro. Estima-se, desta forma, que a residência proposta, devido a semelhanças destacadas, receba uma certificação LEED no mesmo patamar, mas o levantamento quanto à pontuação para a certificação completa será realizado durante o processo de construção.

4 CONCLUSÕES

Várias são as contribuições científicas, tecnológicas e de inovação presentes neste artigo:

- Com o uso de contêineres para a construção de edificações, alcança-se uma maior rapidez e menor custo na construção. Também se possibilita uma grande redução de lixo gerado na obra, não usando blocos/tijolos nem executando colunas e pilares *in loco*, entre outros.
- Com a coleta de água da chuva para finalidades não potáveis é possível suprir de 35% à 50% do uso total de água em uma edificação térrea, gerando economia na conta de água e poupando a retirada do recurso em mananciais e rios, promovendo a sustentabilidade e a conservação das fontes de água que abastecem os centros urbanos.
- Com a horta orgânica doméstica e composteira consegue-se suprir o consumo de vegetais e legumes em uma residência, utilizando-se o lixo orgânico para adubar o cultivo através de uma composteira, assim reduzindo a quantidade de lixo destinada ao tratamento público, gerando um cenário onde a maioria do lixo que sobra é reciclável.
- Com o sistema TESLA, Powerwall, alcança-se um aproveitamento do sol na produção de energia elétrica, suprindo todos os consumos de eletricidade na edificação e, eventualmente, liberando a produção excedente para a rede.
- Uma edificação construída com todas essas tecnologias e metodologias poderia se certificar no LEED, garantindo sua marca de sustentabilidade.

Esta edificação demonstrará como é possível que vários aspectos eco eficientes sejam incorporados de maneira simples a uma construção. Isso colaborando com pensamentos favoráveis à sobrevivência do planeta, evitando represamentos, desmatamentos, aterros sanitários a céu aberto,

entre outras ações neste sentido. Verificar-se-á, portanto, que necessária é a consciência para encontrar novos, e melhores, meios de se viver bem.
Este é um tema atual e que requer aprofundamento científico para possibilitar e aperfeiçoar sua aplicação comum na construção civil. As futuras publicações geradas a partir dos estudos desenvolvidos com a pesquisa irão disseminar a cultura da ecoeficiência para construções variadas, sejam habitações, comércios ou indústrias.

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Engenharia Civil da FEG-UNESP pelo incentivo e apoio a essa pesquisa e, em especial, aos professores Márcia R. Freitas, Paulo Valladares e Daniel Clemente, pelo empenho no desenvolvimento da proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5.674**: Manutenção de edificações — Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro: [s. n.], 2012.

_____. **NBR 14.037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações — Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011 Versão Corrigida: 2014.

_____. **NBR 15.527**: água de chuva: aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis: requisitos. São Paulo: [s. n.], 2007.

_____. **NBR 15.575**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BARBOSA, J. G. **Análise do uso racional da água em edifícios de escritórios na cidade de São Paulo: métodos, práticas e certificação ambiental.** 305 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – FAU/USP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

CERTIFICAÇÃO LEED <http://www.gbcbrasil.org.br/etapa-certificacao.php>. Acesso em 18/10/2015.

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). Características da família paulistana. Ano 1994. Disponível em <http://www.dieese.org.br/metodologia/pof2.xml>. Acesso em 13/07/2015.

ELETROBRAS – Centrais Elétricas Brasileiras S.A.; PROCEL – Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. **Pesquisa de Posse de Equipamentos e Hábitos de Uso – Ano Base 2005 – Classe Residencial – Relatório Brasil**. Rio de Janeiro: ELETROBRAS/PROCEL, 2007.

GHISI, E. Potential for potable water savings by using rainwater in the residential sector of Brazil. Department of Civil Engineering, Laboratory of Energy Efficiency in Buildings, Federal University of Santa Catarina, Florianópolis- SC, 16 mar.2005.

GHISI, E. et al. Potential for potable water savings by using rainwater: an analysis over 62 cities in southern Brazil. Building and Environment, West Lafayette, v. 41, n. 2, p. 204-210, 2006.

MANUAL HORTA ORGÂNICA DOMÉSTICA. Manual clube do jardim. Ano 2008. Disponível em<https://permacoletivo.files.wordpress.com/>. Acesso em 29/05/2016.

MILANEZE, G. L. S. et al. A Utilização de Containers como Alternativa de Habitação Social no Município de Criciúma/Sc. In: SIMPÓSIO DE INTEGRAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO SUL CATARINENSE – Sict-sul, 1., Criciuma, p.615-624, 2012. Disponível em: <https://periodicos.ifsc.edu.br/ >. Acesso em 12/04/2016.

NAKAMURA, J. Coleta de lixo a vácuo e vidros fotovoltaicos estão entre as tecnologias da casa do futuro: **Conheça tecnologias e sistemas construtivos que tornarão as residências do futuro mais confortáveis, seguras e eficientes**. **Revista Téchne.** ed. 198. São Paulo:Pini. 2013. P.

NOGUERA, J. O. C. Compostagem como Prática de Valorização dos Resíduos Alimentares com Foco Interdisciplinar na Educação Ambiental. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, REGET-CT/UFSM, v. 3, n. 3, p. 316-325, 2011.

NURMA - Nucleo de Monitoramento Agroclimático, ESALQ-USP <http://www.leb.esalq.usp.br/bhbrasil/>. Acesso em 17/10/2015.

OLIVEIRA FILHO, G.R. A Crise da Água na Região Metropolitana de São Paulo em 2014 e a Ineficiente Gestão dos Recursos Hídricos. **CES REVISTA**, Juiz de Fora, v. 29, n. 1. p. 5 -20 , jan./jul. 2015.

SALVARO, E. et al. AVALIAÇÃO DE CINCO TIPOS DE MINICOMPOSTEIRAS PARA DOMICÍLIOS DO BAIRRO PINHEIRINHO DA CIDADE DE CRICIÚMA/SC. **Com Scientia**, Curitiba, PR, v. 3, n. 3, 2007.

SANTOS, I. P. **Integração de Painéis Solares Fotovoltaicos em Edificações Residenciais e sua Contribuição em um Alimentador de Energia de Zona Urbana Mista**. 2009. f. Trabalho de Pós-Graduação (em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, Florianópolis, 2009.

SCANAVACA JR., L. Áreas Verdes como Subsídio ao Planejamento Urbano. In: Concresso Brasileiro de Arborização Urbana, 16., Uberlândia, **Artigo Tércnico**. Uberlândia. 2012. p. 279-283. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/>. Acesso em 10/06/2016.

SETTI, A. A. et al. Introdução ao gerenciamento de recursos hídricos. **ANEEL/ANA**, Brasília, 3. Ed, p. 64-65, 2001.

SILVA C.M.; SOUSA V.; CARVALHO, N.V. Evaluation of Rainwater Harvesting in Portugal: Application Tom Single-Family Residences. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 94, p. 21-34. 2015.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento, Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental.2014<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em 17/06/2016.

SIQUEIRA CAMPOS, A. M. **Aproveitamento de água pluvial em edificios residenciais multifamiliares na cidade de São Carlos**. 157 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - UFSCar, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos , 2004.

TEIXEIRA, L. B. et al. Processo de compostagem, a partir de lixo orgânico urbano, em leira estática com ventilação natural. Belém: Embrapa, 2004, 8 p. (**Circular Técnica**, 33).

TESLA. 2015. Disponível em: < http://www.teslamotors.com/powerwall>. Acesso em 13/10/2015.

WANGEN, E. et al. Compostagem doméstica: alternativa de aproveitamento de resíduos sólidos orgânicos. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Uberlândia, v. 5, n. 2, p. 81-88, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

COMPARAÇÃO ENTRE GUIAS DE COBERTURAS VERDES[1]

NAKAMURA, Priscila (1); YUBA, Andrea Naguissa (2)

(1) UFMS, e-mail: prinakk@gmail.com; (2) UFMS, e-mail: naguissa@gmail.com

RESUMO

Coberturas verdes estão sendo construídas e utilizadas como estratégia para mitigação de danos ambientais, principalmente em grandes centros urbanos. Buscando garantir a qualidade do sistema, alguns países já possuem seu próprio guia com orientações técnicas de projeto, execução e manutenção. No Brasil, ainda falta este tipo de iniciativa que busca através de um material informativo, orientar os interessados na instalação do sistema de forma adequada para as características do local de implantação. O objetivo deste trabalho é comparar as estruturas e os conteúdos de quatro guias escolhidos que apresentam potenciais referências para a próxima etapa, que consiste na elaboração de estrutura para guia de cobertura verde para cidades brasileiras. Foram selecionados os guias da Alemanha (2008), Canadá (2010), Austrália (2010) e Hong Kong (2011). Inicialmente, é realizada a comparação das estruturas e depois dos conteúdos. A comparação inicial mostra que o guia alemão apresenta informações técnicas mais aprofundadas, com uma estrutura de dados mais inter-relacionada, o que também o torna mais complexo. Por outro lado, os outros guias apresentam conteúdo mais simples e são mais objetivos na transmissão da informação. Essas adaptações e evoluções percebidas na avaliação apontam para algumas estratégias para serem adotadas na elaboração da continuidade da pesquisa.

Palavras-chave: Cobertura verde. Guia. Projeto e manutenção.

ABSTRACT

Green roofs have being built and used as a strategy for mitigation of environmental damages, mainly in large urban centers. Aiming to guarantee the quality of the system, some countries already made their own guidelines with technical orientation to design, implement and maintain. In Brazil, this issue is a shortcoming and there is a lack of reliable informative materials to guide the design and installation of these systems, suitable for the many local characteristics. The objective of this study is to compare the structures and the contents of four international guidelines those present potential references for the development of a Brazilian guideline to green roofs. Guidelines from Germany (2008), Canada (2010), Australia (2010) and Hong Kong (2011). Initially, a comparison is made about the structures and its contents. The results of the literature review, show that the German guideline provides more detailed technical information, with a more inter-related data structure, which also makes it more complex. On the other hand, the other guidelines have simpler content and they are more direct in the transmission of information. These differences and perceived evolution point to some strategies to be adopted in the preparation of continuing research.

***Keywords**: Green roof. Guidelines. Design and maintenance.*

[1] NAKAMURA, Priscila; YUBA, Andrea Naguissa. Comparação entre guias de coberturas verdes. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento urbano desordenado, que causa adensamentos construtivos, poluição, desperdício de recursos naturais, proporcionam graves consequências ambientais, além de outros problemas, e estes, conjuntamente, contribuem para o aquecimento global. Em grandes centros urbanos são recorrentes os problemas de enchentes, devido à diminuição de áreas permeáveis, e de formação de ilhas de calor, causadas pela poluição e redução de áreas verdes. Desta forma torna-se necessário estudar e difundir as estratégias que busquem mitigar tais problemas; em grande escala, as coberturas verdes podem ajudar a amenizar tais efeitos, tornando-se um elemento importante para a transformação das grandes cidades. Segundo Raposo (2013), coberturas verdes consistem no desenvolvimento de um revestimento vegetal, sobre uma superfície edificada, cultivado de forma intencional ou através da formação de habitats para que este se auto estabeleça. Podem ser denominadas como coberturas vivas, coberturas vegetais, telhado verde, entre outros, mas para o presente trabalho optou-se por usar o termo cobertura verde, que segundo Raposo (2013) abrange na sua definição todas as tipologias. Diversos autores atribuem benefícios ao uso de coberturas verdes em edificações. Existem barreiras e ideias preconcebidas que precisam ser mais bem esclarecidas para haver maior aceitação e disseminação deste sistema por parte dos interessados.
Em países como a Alemanha e Japão, existem guias e normas, aliados a incentivos e estratégias que possibilitam o acesso a informações relevantes para o projeto, execução e manutenção do sistema, e servem de subsídio à elaboração de guias em todo o mundo. No Brasil, a cobertura verde ainda não se popularizou, e faltam iniciativas que buscam através de um material informativo, orientar os usuários e profissionais que tenham interesse na instalação do sistema de forma adequada para as características do local de implantação.

Nesse contexto, o presente trabalho objetiva comparar inicialmente as estruturas e em sequência os conteúdos de quatro guias escolhidos que apresentam potenciais referências para elaboração, de estrutura para um guia de projeto, execução e manutenção de coberturas verdes para cidades brasileiras.

2 MÉTODO

O trabalho consiste na revisão bibliográfica de quatro guias, escolhidos com base em: relevância, atualidade, disponibilidade e a localização em diferentes continentes (Europa, América do Norte, Oceania e Ásia). Dessa forma foram escolhidos os materiais da Alemanha (FLL, 2008), Canadá (Touderlund, 2010), Austrália (Environa Studio, 2010) e Hong Kong (Hui, 2011).

Inicialmente foram identificados os conteúdos presentes em todos os guias, cujos resultados são apresentados no quadro 1, e depois feitas as comparações de alguns conteúdos considerados fundamentais para compor um guia que se propõe orientar projeto, execução e manutenção

(quadro 2). As análises dessas comparações permitiram elencar o rol de assuntos que deverão compor o guia, na próxima etapa de execução da pesquisa de mestrado.

3 A ESTRUTURA DOS GUIAS

3.1 Guias e manuais no mundo

Nos últimos anos, outros países desenvolveram diretrizes, manuais e códigos para os sistemas de telhado verde para atender suas necessidades próprias. Ao proporem um guia para Cingapura, Aziz e Ismail (2011) citam estudos como o de Velasquez (2005), que discute projetos de cobertura verde na América com detalhes sobre o sistema, manutenção, questões de custo e as possibilidades de aplicações. Também citam as diretrizes traçadas em Dubai, em parceria do município com a organização local denominada Dubai Green Roof, tornando-se muito útil para os países dos Emirados Árabes Unidos. Outro estudo citado pelos autores é o de Touderland (2010) do Canadá que será analisado neste artigo e se destaca ao estabelecer recomendações do sistema para o clima árido e semiárido. Portanto, iniciar estudos para elaboração de orientações técnicas no Brasil é essencial para a evolução do sistema com qualidade. Hui (2011) apresenta uma relação de guias existentes a seguir:

Tabela 1- Guias e manuais para coberturas verdes existentes no mundo.

País	Guia/códigos
Austrália	• Green Roof Resource Manual, Sydney (Environa Studio, 2010) • Green roofs – understanding their benefits for Australia, BDP Environment Design Guide (Loh, 2009)
Canadá	• Design Guidelines for Green Roofs (Peck and Kuhn, 2004) • Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West, Toronto, Canada (Tolderlund, 2010 • Green Roofs: A Resource Manual for Municipal Policy Makers (Lawlor, et al., 2006) • Introductory Manual for Greening Roof (Oberlander, Whitelaw and Matsuzaki, 2002) • Toronto Green Roof Construction Standard: Supplementary Guidelines, (Toronto Building, 2010)
China	• DB11/T 281-2005, Code for Roof Greening, Beijing (BBQTS, 2005) • DB440100/T 111-2007, The Technical Code for Roof Greening, Guangzhou (GBQTS, 2007) • DB440300/T 37-2009, Code for the Design of Roof Greening, Shenzhen (SBQTS, 2009)
Alemanha	• Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing (FLL, 2008) • Guidelines for the Planning, Execution and Upkeep of Green-roof Sites (FLL, 2004)
Hong Kong	• Study on Green Roof Application in Hong Kong (Urbis Limited, 2007)
Internacional	• A Quick Guide to Green Roofs (IGRA, 2008) [IGRA = International Green Roof Association]
Japão	• Guide to Roof and Wall Green Technologies (Organization for Landscape and Urban Green Technology Development, 1999)
Cingapura	• Handbook on Skyrise Greening in Singapore (Ong and Sia, 2002) • A Selection of Plants for Green Roofs in Singapore (Tan and Sia, 2008)

Emirados Árabes Unidos	• Green Roof Manual, Dubai (Dubai Municipality, 2009)
Reino Unido	• ABG Guide to Green Roof 2010 (ABG Ltd., 2010) • Greater Manchester Green Roof Guidance (Drivers Jonas and EDAW AECOM, 2009) • The Green Roof Pocket Guide (Forbes, 2006) • The GRO Green Roof Code (GRO, 2011) • Green Roof Guidelines (Groundwork Sheffield, 2010) • Green Roofs, CIBSE (Hassell and Coombes, 2007) • Building Greener: Guidance on the Use of Green Roofs, Green Walls and Complementary Features on Buildings, Construction Industry Research Information Association (CIRIA), London (Newton, et al., 2007)
Estados Unidos da América	• FM Global Property Loss Prevention Data Sheets 1-35: Green Roof Systems (FM, 2007) • The NRCA Vegetative Roof Systems Manual (NRCA, 2009)

Fonte: HUI (2011).

3.1.1 Alemanha

O guia alemão foi produzido pela FLL (*Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau* - Pesquisa para o desenvolvimento da Paisagem), organização fundada em 1975, iniciando seus estudos sobre cobertura verde em 1982. Desde então várias revisões foram realizadas, sendo publicada em inglês pela primeira vez em 2004. A última versão é de 2008 e fornece orientações, recomendações e relatórios técnicos em conformidade com o Instituto de Normatização Alemão (*DIN - Deutschen Institutes für Normung*).

Seu guia "*Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing*" (FLL, 2008) possui 121 páginas, divididos em 16 capítulos. Possui textos, esquemas, tabelas, mas não utiliza imagens que mostram estudos de caso por exemplo. Apresenta uma abordagem peculiar na divisão dos capítulos, pois não divide exatamente as etapas como propõe no título (planejamento, construção e manutenção), mas sim elencando os requisitos e materiais, componentes e elementos fundamentais, seguindo uma sequência lógica para a implantação da cobertura. Vários profissionais estão envolvidos na organização da FLL. O grupo que trabalha com coberturas verdes é apenas uma das 40 comissões que publicou uma longa lista de diretrizes e as instruções de trabalho.

3.1.2 Canadá

A publicação é canadense, fruto de uma organização que promove a indústria de cobertura verde na América do Norte, mas o foco do estudo é na cidade de Denver no Colorado (EUA), caracterizado pela presença de montanhas rochosas. Dentre os vários materiais sobre coberturas verdes já publicados, o guia canadense "*Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West*" (Touderlund, 2010) trata de climas específicos e pode ser relevante na elaboração de um guia brasileiro, que possui uma extensa área e diferentes climas, assim como nos Estados Unidos.

Foi elaborado em 2010 por uma arquiteta e professora da Universidade do Colorado com apoio de colaboradores, e é o guia mais sucinto entre os quatro, apresentando apenas 59 páginas. Destaca-se pela maior ênfase dada nas etapas de planejamento e projeto. Além do texto, apresenta várias imagens de estudos de caso para exemplificar e dar suporte ao conteúdo.

3.1.3 Austrália

O guia australiano "*Green Roof Resource Manual, Sydney*" (Environa Studio, 2010) possui 139 páginas e foi elaborado por uma organização constituída por dois consultores principais: um arquiteto e outro arquiteto paisagista, e assistência de um engenheiro civil e hidráulico, além de suporte para pesquisa ambiental e econômica. A estrutura do guia reflete os profissionais envolvidos no processo, evidenciando onde cada profissional atuou de forma mais significativa, por exemplo, quando se separa as considerações para projeto em arquitetura e paisagismo, resultando em uma proposta diferente dos outros guias analisados. O guia não explora os diferentes climas da Austrália, focalizando apenas a cidade de Sidney.

3.1.4 Hong Kong

O guia de Hong Kong "*Technical Guidelines for Green Roofs Systems in Hong Kong*" (Hui, 2011) é o mais recente entre os guias selecionados. O autor, engenheiro e professor universitário, deixa claro o uso do guia alemão como referência e, inclusive orienta os leitores a buscar informações mais técnicas que não estão presentes no guia. A estrutura segue uma abordagem diferente do guia da FLL (2008) para montagem dos capítulos, estabelecendo as principais etapas: planejamento, projeto, construção, manutenção e gestão (contexto produtivo, administrativo e legislativo que dão suporte à técnica). Os componentes e requisitos estão inseridos nas etapas definidas em cada capítulo.

Contendo 107 páginas, foi o guia que mostrou maior versatilidade ao mostrar uma divisão mais clara do conteúdo para o que ele considera as etapas de implantação. É possível identificar com facilidade os conteúdos trazidos da referência alemã e as informações propostas pelo autor, que buscam adaptar as características do local, além de inserir outros temas não tratados no guia alemão, mas que o autor considera relevante, como exemplos a identificação das principais barreiras para a implantação da cobertura verde em Hong Kong e o seu potencial para obtenção de certificação ambiental da edificação.

3.2 Identificação dos conteúdos

Com a revisão dos quatro guias, foi possível identificar e elencar os conteúdos encontrados. Visando facilitar a compreensão, o quadro a seguir foi elaborado buscando um panorama geral dos conteúdos presentes em cada guia.

Quadro 1- Identificação dos conteúdos presentes nos guias analisados.

Conteúdos identificados	Alemanha	Canadá	Austrália	Hong Kong
Definição de cobertura verde	■	■	■	■
Propósito do guia	■	■	■	■
Guias e normas existentes	■	■		■
Benefícios dos sistemas de cobertura verde	■	■	■	■
Barreiras/obstáculos para a implantação de coberturas verdes				■
Tipos de cobertura verde	■	■	■	■
Abrangência da aplicabilidade das coberturas verdes (condições de clima)	■	■	■	■
Funções das coberturas verdes e efeitos benéficos	■	■	■	■
Aptidão para certificação ambiental		■		■
Implicações de carregamento nas estruturas	■	■	■	■
Inclinação da cobertura	■	■	■	■
Projeto arquitetônico e executivo da cobertura e adaptações (em reformas)	■	■	■	■
Detecção de vazamentos	■	■	■	■
Proteção contra acidentes/mecanismos de segurança	■	■		■
Impermeabilização das bases para coberturas verdes	■	■	■	■
Proteção contra penetração das raízes	■	■	■	■
Cuidados com a instalação de proteção mecânica para a impermeabilização	■			
Drenagem de água do sistema (drenos e tubulações)	■	■	■	■
Retenção d'água para vegetação	■	■	■	■
Armazenamento de água para usos diversos	■	■	■	■
Filtragem de água (mantas drenantes)	■	■	■	■
Papel e composição do substrato	■	■	■	■
Seleção de plantas	■	■	■	■
Formas de plantio	■	■	■	■
Aptidão para agricultura e produção de alimentos		■	■	■
Compatibilidade entre os materiais	■			■
Compat. ambiental (lixiviação, emissões, disposição/reciclagem, poluição)	■			
Grau de tolerância das plantas, fitotoxicidade	■			
Ação do vento	■	■	■	■
Ação do fogo	■	■	■	■
Proteção contra deslizamentos e cisalhamentos da cobertura verde	■			
Elementos construtivos (feitos no local ou pré-fabricados)	■			■
Áreas transitáveis sobre a cobertura verde	■			■
Instalação de mobiliário (pérgolas, treliças, iluminação, etc.)	■		■	
Integração de painéis solares e outras tecnologias na cobertura verde		■	■	■
Irrigação	■	■	■	■
Fertilização	■	■	■	■
Proteção contra erosão	■	■		■
Gestão do projeto (contexto produtivo, administrativo e legislativo)			■	■
Papel dos profissionais		■		■
Garantias	■	■		
Conservação e manutenção	■	■	■	■
Testes e inspeções	■			■
Considerações de custos		■	■	■
Estudos de caso		■	■	■

Fonte: Os autores.

4 ANÁLISE DO CONTEÚDO DOS GUIAS

Através da análise dos guias, é possível identificar conteúdos semelhantes e fundamentais para a composição de um guia sobre coberturas verdes, assim como identificar peculiaridades que podem ser ou não relevantes para a elaboração de um guia para o Brasil.

O guia alemão é o mais abrangente, possuindo uma base de dados mais completa feita a partir de muitos testes ao longo dos últimos anos. Um exemplo disso são as recomendações para composição do substrato, onde são definidos valores de granulometria, densidade, porosidade, pH, sal, substâncias orgânicas e nutrientes, especificando diferentes valores para cada tipo de vegetação (extensiva ou intensiva).

O guia de Hong Kong e do Canadá, por exemplo, ao falarem sobre o substrato, mostram os componentes necessários e tipos de materiais que podem ser usados (areia, perlita, vermiculita, esterco, etc...), ao invés de determinar as características físicas e químicas adequadas para a cobertura verde.

O guia australiano cita essas características a serem consideradas em um substrato, mas recomenda consultar os valores no guia alemão, fazendo questão apenas de fornecer valores relativos ao peso do substrato e de outros componentes como drenagem e vegetação.

Três dos guias apresentam informações de custo generalizantes (Austrália, Canadá e Hong Kong), sendo o americano um pouco mais detalhado, com dados de custo para projeto, construção e manutenção.

O comparativo de conteúdos fundamentais para a composição do sistema de cobertura verde é apresentado no quadro 2, que também revela o rol de tópicos abordados dentro de cada conteúdo que cada guia propõe:

Quadro 2- Conteúdos e tópicos fundamentais de cada guia.

Conteúdo	Alemanha	Canadá	Austrália	Hong Kong
Impermeabilização	-Função; -Tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Execução.	-Função; -Tipos de materiais; -Recomendações p/ inspeções.	-Função; -Tipos de membranas existentes; -Tipos usados em coberturas verdes; -Requisitos para escolha.	-Função; -Tipos de materiais; -Requisitos para escolha.
Drenagem	-Função; -grupos E tipos de materiais; -Requisitos para escolha (características físicas e químicas); -Execução.	-Função; -Tipos de materiais; -Recomendações p/ inspeções.	-Função; -Formas de instalação; -Tipos de materiais; -Tamanho e pesos de materiais.	-Função; -Tipos de materiais. -Requisitos para escolha; -Cuidados com a instalação.
Filtragem	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha (características físicas e químicas); -Execução.	-Função; -Tipos de materiais.	-Função; -Grupos e tipos de materiais. -Requisitos para escolha.	-Função; -Requisitos para escolha.
Substrato	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Execução.	-Função; -Tipos de materiais; -Requisitos para escolha;	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Pesos de materiais utilizados.	-Função; -Grupos e tipos de materiais; -Requisitos para escolha; -Pesos de materiais utilizados.
Vegetação	-Critérios de seleção; -Grupos de plantas para os tipos de vegetação; -Formas de plantio; -Execução.	-Critérios de seleção; -Cuidados necessários.	-Critérios de seleção; -Grupos de plantas para os tipos de vegetação; -Exemplos de plantas nativas.	-Critérios de seleção; -Grupos de plantas para os tipos de vegetação; -Formas de plantio.

Fonte: os autores.

Quanto ao conteúdo, ficou evidente que o grau de abrangência tem relação direta com a quantidade e diversidade de profissionais envolvidos na elaboração. Agrônomos e botânicos agregaram contribuições relevantes na elaboração de conteúdos mais detalhados, o que refletiu no produto final dos guias analisados. O guia canadense, mais sucinto, foi desenvolvido por uma arquiteta, onde foi constatada a maior preocupação com as fases de planejamento e projeto. No guia australiano, destaca-se a divisão entre projeto de paisagismo e de arquitetura, característica não identificada nos outros guias, tendo como consultores principais um arquiteto e um arquiteto paisagista.

Quanto ao guia de Hong Kong, mesmo sendo identificada a grande influência do guia alemão, buscou à sua maneira construir uma estrutura sólida e adaptada para as condições locais, sem ser muito sucinto ou muito detalhado, técnico. Para suprir esta necessidade, os guias acabam optando por orientar a consulta de informações mais detalhadas no guia alemão.

O guia alemão faz uma apresentação de dados mais complexa, ressaltando o fato dos componentes do sistema poderem sofrer interferências em diferentes fases da implantação. Já o guia de Hong Kong foi o que apresentou uma divisão dos assuntos mais bem definidos, mas também mais estanques, o que pode não evidenciar os riscos de danos que uma ação pode ter sobre outra, durante a execução.

5 CONCLUSÕES

Através deste trabalho foi possível traçar um panorama geral dos guias existentes, sendo possível identificar os assuntos fundamentais para o desenvolvimento de um guia para cidades brasileiras.

Isso mostrou-se fundamental para a melhor compreensão do sistema e foi importante notar as peculiaridades presentes em cada guia. Quanto à estrutura cada um apresentou de uma forma diferente, dependendo do tipo de abordagem adotado.

A junção de todos os tópicos identificados, que em princípio pareceria a ação evidente para a obtenção de uma estrutura mais completa para a elaboração do guia brasileiro, deverá ser revisto, pois mesmo o guia canadense, com menos itens do que os demais, se apresentou objetivo e suficiente para suprir a execução de uma cobertura verde.

Isso suscita a possibilidade de elaborar guias específicos para cada público usuário, dado que atualmente não há nenhum guia disponível no Brasil e também a falta de informações aptas a compô-lo.

REFERÊNCIAS

AZIZ H. and ISMAIL Z. **Design Guideline for Sustainable Green Roof System**. IEEE Symposium on Business, Engineering and Industrial Applications (ISBEIA), Langkawi, Malaysia Legal Aspects in Built Environment Initiative Group. 2011

FLL-FORSCHUNGSGESELLSCHAFT LANDSCHAFTSENTWICKLUNG LANDSCHAFTSBAU (FLL). **Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing**. 2008. Disponível em: http://www.fll.de/verbandsstruktur.html. Acesso em 05 de junho de 2015.

ENVIRONA STUDIO. **Green Roof Resource Manual, Sydney**. 2010. Disponível em: http://www.cityofsydney.nsw.gov.au/. Acesso em 05 de Novembro de 2015.

HUI, S. **Development of technical guidelines for green roof systems in Hong Kong**. Proceedings of Joint Symposium 2010 on Low Carbon High Performance Buildings; Hong Kong: 2010.

HUI, S. **Technical guidelines for green roofs systems in Hong Kong.** 2011. Disponível em: http://www.mech.hku.hk/bse/greenroof/HK_Green_Roof_Technical_Guidelines.pdf. Acesso em 01 de maio de 2015.

RAPOSO, F. **Manual de boas práticas de coberturas verdes**. Lisboa: Instituto Superior Técnico, Universidade de Lisboa. 2013. Dissertação de mestrado.

TOLDERLUND L. **Design Guidelines and Maintenance Manual for Green Roofs in the Semi-Arid and Arid West**. 2010. Disponível em: http://www2.epa.gov/sites/production/files/documents/GreenRoofsSemiAridAridWest.pdf. Acesso em 05 de novembro de 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O EDIFÍCIO SUSTENTÁVEL E A QUALIDADE DO AR INTERNO[1]

PAGEL, Érica Coelho (1); ALVAREZ, Cristina Engel de (2); REIS Jr, Neyval Costa (3)

(1) UFES, e-mail: erica.pagel@.com; (2) UFES, e-mail: cristina.engel@ufes.br; (3) UFES, e-mail: neyval@inf.ufes.br

RESUMO

A qualidade do ar interno (QAI) está estritamente ligada a saúde da edificação e, consequentemente, ao bem-estar de seus ocupantes, o que a torna um importante parâmetro de avaliação em edificações sustentáveis. **O objetivo** desse trabalho foi discutir e sistematizar as informações obtidas através de **ampla revisão da literatura**, critérios para uma adequada QAI que devem ser levados em consideração na avaliação do edifício saudável. Os **resultados** mostram que as características construtivas de uma edificação influenciam diretamente na QAI, destacando-se nessa discussão: *i)* o controle das fontes de contaminação do ar, que inclui a seleção criteriosa dos materiais construtivos com baixa ou zero emissão de poluentes, bem como programas de certificação de produtos; *ii)* os sistemas de ventilação, com ênfase nas estratégias de ventilação natural capazes de diluir e dispersar os níveis dos contaminantes nos espaços internos; *iii*) A presença humana e a funcionalidade do espaço, responsáveis pela compreensão de diversas fontes de poluição aérea provindas das atividades realizadas no ambiente e *iv*) a contínua avaliação da edificação e da QAI. Desta forma, este trabalho pretende contribuir preenchendo uma lacuna de conhecimento pouco explorada pelos arquitetos e demais profissionais da construção civil, auxiliando na tomada de decisões ainda na fase de planejamento da edificação.

Palavras-chave: Edifício sustentável. Qualidade do ar interno. Materiais de construção. Sistemas de ventilação.

ABSTRACT

The indoor air quality (IAQ) is strongly associated to the health of the building and consequently to the well-being of its occupants, which makes it an important parameter of sustainable construction. The aim of this study was to discuss and systematize the information obtained through extensive literature review, criteria for the better IAQ that must be taken into account in the evaluation of healthy buildings. The results show that the constructive characteristics of a building directly influence the IAQ, especially: i) the control of sources, including the careful selection of building materials with low or zero emissions and the products programs certification; ii) ventilation systems, with emphasis on natural ventilation strategies to dilute and disperse the levels of contaminants in indoor spaces; iii) The human presence and space functionality, responsible for understanding the several sources of air pollution by the activities inside the building and iv) the continuous assessment of the building and IAQ. Thus, this work contributed to filling a knowledge gap little explored by the architects and other professionals of the constructions, supporting in the decision-making still in the building planning phase.

1 PAGEL, E.C.; ALVAREZ, C.E.; REIS JÚNIOR, N.C. O edifício sustentável e a qualidade do ar interno. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Sustainable building. Indoor air quality. Building materials. Ventilation systems.*

1 INTRODUÇÃO

A adoção de critérios em busca de uma adequada qualidade do ar no interior das edificações vai ao encontro dos conceitos do edifício sustentável. Os benefícios em torno de uma construção saudável se concentram nos aspectos relacionados ao conforto, funcionalidade, satisfação e qualidade de vida, sem comprometer a infraestrutura presente e futuro dos insumos, gerando o mínimo possível de impacto no meio ambiente e alcançando o máximo possível de autonomia (KELLER e BURKE, 2000).

Com base nesse conceito fundamental, diversas metodologias de certificação ambiental consagradas internacionalmente – como o BREEAM - *Building Research Establishment Environmental Assessment Method*; HQE - *Haute Qualité Environnementale*; LEED - *Leadership in Energy and Environmental Design*, dentre outras –, consideram a qualidade do ar como requisito para avaliação. Entretanto, o conjunto de critérios relativos a QAI para atendimento aos regimes de construção sustentável desses programas de certificação, corresponde a aproximadamente 7,5% (WEI et al., 2015). Ainda assim, a baixa importância dada ao atendimento desses critérios é relacionada, principalmente, ao desconhecimento do assunto pelo próprio projetista, bem como pela ausência de fatores bem definidos pelos indicadores de sustentabilidade.

A legislação nacional e internacional em vigor acerca dos níveis permitidos de poluentes internos é deficitária, não apresentando um critério claro de regulamentação. Muitos países ainda não apresentam padrões nacionais e, em sua maioria, as regulamentações se restringem a locais específicos, como ambientes climatizados, industriais ou hospitalares. Além disso, verifica-se uma ampla variação do conjunto de poluentes abordados entre os órgãos regulamentadores.

É indiscutível que as características construtivas de uma edificação influenciam diretamente na QAI. Fatores como: a idade do edifício, a compartimentação interna da construção, a localização e dimensão das aberturas e a eficiência dos sistemas de ventilação e renovação de ar, exercem um papel importante na concentração e dispersão de poluentes internos (SANTOS et al., 2011).

Somente considerando os materiais de construção, estes podem ser responsáveis pela emissão de até 40% dos poluentes no edifício, permanecendo um curto tempo de vida no ambiente ou levando um longo período se manifestando (MISSIA et al., 2010). Também a funcionalidade do espaço e, consequentemente, as atividades humanas que são desenvolvidas no ambiente – tais como cozinhar, fumar, varrer, limpar os móveis, utilizar cosméticos, produtos de higiene pessoal e materiais de limpeza, conduzir e guardar veículos, assim como a própria presença humana –, também mostram forte impacto na concentração final de

poluentes internos (BRANIS; REZÁCOVÁ; DOMASOVÁ, 2005).

De forma geral, há uma concordância no referencial teórico consultado, de que os principais poluentes do ar interno são os seguintes elementos: dióxido de carbono - CO_2; monóxido de carbono – CO; dióxido de nitrogênio - NO_2; dióxido de enxofre - SO_2; ozônio - O_3; radônio; chumbo; Compostos Orgânicos Voláteis – COV; Materiais Particulados - MP e contaminantes microbiológicos.

Os efeitos adversos à saúde associados à baixa qualidade do ar respirado incluem um grande número de doenças, desde ocupacionais, até cardiovasculares, assim como o risco de desenvolver câncer, em situações específicas. Asma e rinite, por exemplo, são doenças inflamatórias nas quais o processo é desencadeado e mantido pela exposição a poluentes presentes no ambiente interno. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que cerca de dois milhões de mortes anuais no mundo são atribuídas à contaminação do ar de interiores (CARAZO FERNÁNDEZ et al., 2013).

Esse trabalho tem como objetivo discutir alguns critérios para uma adequada QAI através da contribuição de três pesquisadores, autores do presente artigo, com consagrado conhecimento nos temas inerentes à sustentabilidade e à qualidade do ar. Pretende-se, desta forma, auxiliar a concepção do processo projetual, incentivando e motivando os arquitetos a observar minimamente os aspectos relacionados à qualidade do ar para a obtenção de um edifício saudável e sustentável.

2 METODOLOGIA

A metodologia utilizada foi em consequência de uma ampla revisão na literatura, realizada para uma tese de doutorado, cujo objetivo era associar as principais fontes de poluição do ar interno com os materiais construtivos e as atividades humanas em um edifício específico (PAGEL, 2015). A partir disso, os autores discutiram e sintetizaram as informações levantadas, organizando em quatro critérios considerados essenciais para a melhoria da qualidade do ar dentro das edificações e cuja a participação do projetista é de fundamental importância. São esses:

i. O controle das fontes, que inclui a seleção criteriosa dos **materiais construtivos** com baixa ou zero emissão de poluentes, bem como os protocolos e programas de certificação de produtos;

ii. Os **sistemas de ventilação**, com ênfase nas estratégias de ventilação natural capazes de diluir e dispersar os níveis dos contaminantes nos espaços internos;

iii. A presença humana e a **funcionalidade do espaço**, responsáveis pela compreensão de diversas fontes de poluição aérea provindas das atividades realizadas no ambiente;

iv. A **contínua avaliação** da edificação e da QAI, permitindo determinar se as estratégias tomadas em projeto estão funcionando de maneira adequada.

3 CRITÉRIOS PARA UMA ADEQUADA QUALIDADE DO AR DE INTERIORES

3.1 Materiais construtivos

Ao longo do último século têm ocorrido grandes mudanças em relação aos materiais de construção e produtos de consumo usados em ambientes fechados, fazendo com que os ocupantes das edificações de hoje estejam expostos a substâncias diferentes daquelas de 50 anos atrás. Mobiliários, produtos de acabamento, revestimentos e elementos de decoração são atualmente fontes de emissão de diversas substâncias químicas, tais como, formaldeído, benzeno e tolueno (MISSIA et al., 2010). É possível inferir que com a rápida evolução da indústria da construção civil, a cada dia com uma quantidade e diversidade de novos produtos, os ocupantes daqui a 50 anos também estarão expostos às substâncias diferentes das de hoje (WESCHLER, 2009).

Tradicionalmente, a seleção dos materiais de uma edificação tem sido feita baseada, principalmente, no custo, nos valores estéticos, na disponibilidade e na durabilidade. Atualmente, com as iniciativas sustentáveis de "construções verdes", muitos projetos incorporam a escolha de materiais de acabamento e produtos caracterizados como "reduzido ou não tóxico", com "baixa emissão de COV" ou "livre de PVC", com a suposição de que eles irão reduzir a exposição dos ocupantes ao potencial perigoso das substâncias químicas (SENITKOVA, 2014).

A substância química de maior alvo de estudos no grupo dos COV, é o formaldeído (HCHO), emitido principalmente de mobiliário e revestimentos com madeira compensada ou aglomerados. Apesar de possuir causa comprovada de câncer em humanos, não possui um limite mínimo de exposição específico na legislação brasileira pertinente (ANVISA, 2003). A Organização Mundial da Saúde, por sua vez, estabelece o limite mínimo de exposição de 100 $\mu g/m^3$ por 30 minutos em meios internos.

A seleção de materiais de baixa emissividade é, indiscutivelmente, um grande passo na melhora da qualidade do ar interno e, portanto, do edifício sustentável. Entretanto, verifica-se eventualmente uma grande diferença nos resultados das emissões de um material monitorado individualmente, em câmaras de teste laboratoriais, daqueles sob as condições reais de operação de um edifício. Diversos fatores podem influenciar, como por exemplo, a variação de temperatura e umidade, a adsorção dos poluentes emitidos pela superfície de outros materiais e a interação entre os compostos químicos (SENITKOVA, 2014).

A premissa que o controle das fontes é a maneira mais eficaz de reduzir a poluição do ar de interiores resulta na busca de novas soluções pela indústria da construção civil. Atualmente, existem vários protocolos para o teste de emissões e programas de certificação de produto que estão se preocupando com a QAI, juntamente com muitos outros aspectos ambientais (EUROFINS, 2016).

Os EUA, por exemplo, possuem alguns sistemas de etiquetagem de produtos, como o *Green Seal*, que estabelece critérios para seleção de tintas; o *Green Guard*, que possui recomendações sobre as especificações de vários produtos em relação às emissões; e o *Environmentally Preferable Product*, que certifica produtos em relação às emissões químicas.

Na Europa também existe uma grande quantidade de rótulos voluntários, que ajudam a promover os produtos de baixa emissão no mercado. Pode-se citar: na Alemanha, o EMICODE, de natureza privada, que etiqueta produtos para instalação de revestimentos de piso, tais como adesivos, selantes e vernizes; o *Blue Angel*, privado, mas promovido pelo Governo, que caracteriza diversos tipos produtos utilizados em meios internos, sendo a primeira etiquetagem de produto instituída no mundo; o GuT, que classifica a baixa emissividade de COV de carpetes; e o *Committee for Health-related Evaluation of Buildings* - AgBB, promovido pelo Governo e que estabelece procedimentos para aprovação e seleção dos produtos de construção mais relevantes no impacto na qualidade do ar interno.

Com a preocupação em construir edificações sustentáveis que considerem o ciclo de vida da edificação, cresce a procura por programas de certificações dos edifícios. A maioria desses programas aborda a qualidade do ar de interiores como parâmetro, recomendando o uso de produtos de baixa emissão, em conjunto com muitos outros critérios, para se atingir a classificação mais elevada para um edifício sustentável. A certificação LEED, por exemplo, criada em 1994, teve sua última atualização em 2013 e desde a versão 2009 já incorpora em seus indicadores a utilização de produtos com baixa emissão (EUROFINS, 2016).

Ainda que todos tenham o objetivo comum de reduzir a variedade e a concentração de substâncias químicas emitidas pelos materiais de construção, os protocolos e programas de certificação têm abordagens consideradas diferentes entre si. Assim, os selos que classificam os produtos como "baixa emissão" ou "zero COV", têm diferentes critérios e valores-limite, e diferentes métodos de ensaio laboratoriais, dependendo do histórico local e dos especialistas envolvidos, fazendo com que possa haver divergências nos resultados.

Para preencher essa lacuna, a União Europeia lançou um selo único, o *Indoor Air Comfort* - IAC, harmonizando os métodos de ensaio utilizados na classificação de produtos de baixa emissão de COV. Também incluiu um programa interno de qualidade no local da produção, para garantir a fabricação contínua de produtos de baixa emissão, auditorias no local, re-testes e certificação (EUROFINS, 2016).

Deve-se considerar, ainda, que no meio interno não se está apenas exposto a significativas quantidades de produtos químicos provenientes dos materiais de construção, mas a diversos outros contaminantes de diversas origens. Assim, é importante considerar o estabelecimento de limites de exposição máxima a esses poluentes, como também a incorporação de parâmetros de controle de suas fontes pelos programas de certificação.

A não existência de padrões em alguns países, ou as regulamentações falhas de qualidade do ar em ambientes internos, principalmente em relação ao extenso espectro de materiais e poluentes, faz com que os ocupantes das edificações sejam expostos à mistura total desses poluentes e aos seus diversos efeitos adversos a saúde, sem critérios e limites bem definidos.

3.2 Sistemas de ventilação

Na maior parte das situações, o meio interior protege parcialmente as pessoas de poluentes provindos do exterior. O meio externo está diretamente relacionado com o meio interno, considerando que uma fração destes poluentes infiltra a edificação através de seus orifícios, como portas e janelas. A concentração final de poluentes internos é, então, o resultado da infiltração de poluentes provindos de fontes externas, somado aos poluentes gerados por fontes internas ao edifício.

Com a crise do petróleo, na década de 70 do século passado, houve a necessidade de racionamento de energia, e para manter a eficiência na climatização interna, principalmente nos países de clima temperado, a solução foi a chamada construção "hermeticamente" fechada (LAMBERTS et al., 2014). Nesse processo ocorre a diminuição da taxa de ventilação, gerando uma maior concentração de poluentes provenientes de fontes internas.

Esse modelo construtivo foi adotado por diversos países, marcando um período de "internacionalização da arquitetura" (LAMBERTS et al., 2014), em que a adaptação do edifício ao meio e a adoção de estratégias passivas de conforto ganharam menor importância, em virtude da facilidade dos novos sistemas artificiais em controlar as variáveis do meio.

Após a implantação dos prédios "selados", apareceram os primeiros relatos de queixas em relação à saúde e conforto dos ocupantes de ambientes internos. Em 1982, a OMS reconheceu a existência da Síndrome do Edifício Doente (SED), quando comprovou que a contaminação do ar interno de um hotel na Filadélfia foi responsável por 182 casos de pneumonia e pela morte de 29 pessoas, por um surto de infecção respiratória, causado por uma bactéria, a *Legionella pneumophila*, presente na poeira do ar condicionado central (INMETRO, 2013).

Nesse sentido, o grande interesse pelo tema da QAI foi após a descoberta de que baixas taxas de troca de ar nos ambientes ocasionam um aumento considerável na concentração de poluentes químicos e biológicos no ar interno. No Brasil a Taxa de Renovação do Ar adequada de ambientes climatizados é estabelecida em no mínimo, 27 m^3/hora/pessoa, exceto no caso específico de ambientes com alta rotatividade de pessoas. Nestes casos a Taxa de Renovação do Ar mínima será de 17 m^3/hora/pessoa (ANVISA, 2003).

Sabe-se que a captação e promoção da ventilação natural nos ambientes é uma estratégia passiva eficiente na diluição e remoção de poluentes aéreos. Em regiões tropicais, especialmente, onde a temperatura e umidade são altas, é também um método de obtenção de melhores condições de conforto térmico, consequentemente, de redução de energia, fundamental no conceito de edifício sustentável. O uso de estratégias denominadas como "bioclimáticas" tem sido amplamente utilizada como forma de redução do consumo energético, bem como aproximação ao conceito de sustentabilidade no ambiente construído (CORBELLA e CORNER, 2012).

3.3 Presença humana e a funcionalidade do espaço

Embora muitos poluentes sejam comuns à maior parte dos edifícios, os problemas da qualidade do ar em interiores diferem um pouco, de acordo com o uso, principalmente quando se comparam os comerciais, institucionais e de escritório com as residências. Há uma distinção, seja pela característica da população que o frequenta, o período de exposição ou, mesmo, a diferença do grau de contribuição das fontes.

A presença humana é uma das principais fontes de poluição do ar em ambientes fechados, não apenas pela liberação de dióxido de carbono, através da respiração, ou de substâncias químicas, pela transpiração, mas também pelo transporte de microorganismos, tais como bactérias, fungos, vírus e ácaros (BRICKUS e AQUINO NETO, 2001), bem como também pelas suas respectivas atividades ocupacionais.

Branis, Rezácová e Domasová (2005) afirmaram que as atividades ocupacionais podem representar a principal fonte de poeira no ar interno, incluindo fibras de roupas, fragmentos de cabelo, partículas sólidas, células da pele, ressuspensão de partículas de várias origens, papel, esporos fúngicos e outros. Processos simples de limpeza – como varrer, aspirar e espanar a poeira –, normalmente aumentam significativamente, por ressuspensão, a concentração de partículas no ar.

Determinadas atividades e usos são potenciais contribuintes na poluição do ar de interiores, sendo necessário discernimento do projetista na distribuição da funcionalidade dos espaços, na relevância do quantitativo de usuários e no sistema de diluição e renovação do ar adotado, de forma a minimizar ou reduzir as emissões dos contaminantes.

A atividade de cocção era uma área, até pouco tempo, negligenciada nos estudos relacionados ao impacto à saúde humana, embora seja uma importante fonte de poluentes, como MP, SO_2, CO e COV. Cozinhar reflete uma combinação de fatores, em função de diferentes ingredientes, tipos de óleo e métodos utilizados. Fritar, assar e grelhar pode exercer diferentes impactos, não somente na qualidade da comida, como, também, na emissão de poluentes (SEAMAN et al., 2009).

Produtos de limpeza, ambientadores perfumados, produtos de lavanderia, produtos de higiene pessoais e cosméticos têm, nas últimas décadas,

evoluído o seu número de fragrâncias, incluindo uma complexa quantidade de substâncias químicas perigosas, e que, muitas vezes, nem são divulgados ao público através dos seus rótulos (STEINEMANN, 2009).

Um estudo publicado em 2009 revelou um número elevado de pessoas com reações a produtos aromáticos presentes em fragrâncias, sendo que 19% deles apresentaram problemas respiratórios, dores de cabeça e irritação nos olhos (STEINEMANN, 2009).

A atividade de queima do tabaco, quando presente, é a principal fonte de poluição do ar nos ambientes internos, a ponto de os níveis de particulados em residências de fumantes serem diversas vezes superiores àqueles observados no ambiente externo (WESCHLER, 2009). O fumo contém mais de 4000 produtos químicos, sob a forma de partículas, vapores e gases com composição variada, dependendo do tipo de tabaco consumido. O tabagismo ativo tem sido associado a várias doenças pulmonares e cardíacas, além de ser a principal causa de câncer em diversos órgãos e, inevitavelmente, até de morte. Da mesma forma, o tabagismo passivo, ou seja, a exposição à fumaça ambiental do tabaco, tornou-se tão importante para a questão da saúde, quanto o tabagismo ativo, já que teve também seu efeito cancerígeno comprovado (IARC, 2012).

O conhecimento do uso do edifício e de suas possíveis fontes de contaminação são de suma importância para minimizar as emissões e os impactos de uma má qualidade do ar de interiores, tanto na fase projetual, quanto na promoção da educação e adoção de hábitos mais saudáveis no efetivo uso da edificação. As recomendações para hábitos limpos e os cuidados na possível introdução de substâncias químicas no ar, podem ser previamente estabelecidos em um protocolo ou programa de avaliação de sustentabilidade;

3.4 A contínua avaliação da QAI

A Organização Mundial da Saúde, desenvolveu diretrizes para qualidade do ar interno para serem usadas em meios não industriais. Essas diretrizes foram desenvolvidas em 1987, e sua última revisão foi em 2010. É importante relatar, também, que essas diretrizes englobam apenas um conjunto de contaminantes químicos, incluindo benzeno, CO, formaldeído, naftaleno, NO_2, hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, radônio, tricloroetileno e tetracloroetileno. Para outros contaminantes, como os materiais particulados, por exemplo, a OMS recomenda utilizar as mesmas diretrizes traçadas para exposição ao ar externo. Entretanto, para todos os contaminantes abordados, a OMS estabelece apenas diretrizes e não um padrão obrigatório, cabendo a cada país instituir o seu (WHO, 2010).

No Brasil, a Resolução nº 9 (ANVISA, 2003) determina os Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior para ambientes de uso público e coletivo, climatizados artificialmente. Os parâmetros estão relacionados aos níveis de concentração de CO_2, material particulado total, fungos, temperatura, umidade e velocidade do ar. Entretanto, é importante ressaltar que o Brasil

não possui legislação específica para a QAI em ambientes sem climatização artificial.

Destaca-se, ainda, a norma regulamentadora do Ministério de Trabalho, NR-15, anexo nº 11 (MET, 2011), que caracteriza como insalubridade para alguns ambientes específicos, quando ultrapassados os limites de tolerância de exposição a mais de 200 agentes químicos durante as atividades ou operações no local de trabalho. A Consulta Pública nº 109/2003 (ANVISA, 2003a), referente a indicadores de qualidade do ar interior em ambientes de serviços de saúde, faz várias recomendações, e dentre elas, os valores máximos aceitáveis para contaminantes de origem química, tais como as partículas respiráveis com diâmetros menores que 10 µm, fenol, formaldeído, etanol e cloro.

4 CONCLUSÕES

Uma vez que há evidências comprovadas sobre o impacto da poluição do ar interior na saúde humana, esse aspecto torna-se um campo de pesquisa importante nos parâmetros que compõe a denominada construção sustentável, embora nem sempre sejam tratados com a mesma relevância que os demais indicadores de sustentabilidade, tais como os parâmetros de energia, água e materiais. No entanto, é indiscutível o avanço no cumprimento dessas diretrizes, principalmente, no que se diz respeito ao controle ou redução das fontes de emissão de poluentes e aos sistemas de ventilação capazes de diluir a concentração dos contaminantes.

Foi possível constatar que os aspectos relacionados à QAI, especialmente quando associados às novas práticas projetuais exigidas pela aplicação do conceito de sustentabilidade do ambiente construído, pode ser melhorada através dos critérios discutidos pelo presente artigo, ainda na fase de projeto. Da mesma forma, a avaliação contínua do ambiente, assim como programas de educação ambiental, envolvendo a conscientização sobre hábitos mais saudáveis e o conhecimento sobre as principais fontes de poluição aérea e as respectivas estratégias de melhoria, são fundamentais para a qualidade do ar de interiores, o impacto na saúde humana e em todo o ciclo de vida da edificação.

REFERÊNCIAS

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Consulta Pública n° 109, de 11 de dezembro de 2003. Indicadores de Qualidade do Ar Ambiental Interior em Serviços de Saúde. **Diário da União**. Brasília, DF, 11 dez. 2003a.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. Resolução - RE n° 9, de 16 de janeiro de 2003. Padrões Referenciais de Qualidade do Ar Interior em Ambientes Climatizados Artificialmente de Uso Público e Coletivo. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 16 jan. 2003.

BRANIS, M.; REZÁCOVÁ, P.; DOMASOVÁ. The effect of outdoor air and indoor human activity on massa concentrations of PM10, PM2.5 and PM1 in a classroom.

Environmental Research, n. 99(2), p.143-149, 2005.

BRICKUS, L.S.R. e AQUINO NETO, F.R. DE. A qualidade do ar de interiores e a saúde pública. **Revista Brasileira de Toxicologia**, n. 14(1), p. 29–35, 2001.

CARAZO FERNÁNDEZ, L., et al. Indoor air contaminants and their impact on respiratory pathologies. **Archivos de Bronconeumologia**, n. 49(1), p. 22-27, 2013.

CHALERMWAT, T.; SREBRIC, J.; CHEN, Q. Natural ventilation design for houses in Thailand. **Energy and Buildings**, n. 33, p. 815-824, 2001.

CORBELLA, O.; CORNER, V. **Manual de arquitetura bioclimática tropical para a redução de consumo energético**. 1 ed. Revan, 2012.

EUROFINS. **Product testing**. Disponível em: <http://www.eurofins.com/en.aspx >. Acesso em: 09 de abril de 2016.

IARC - INTERNATIONAL AGENCY FOR RESEARCH ON CANCER. **Agents Classified by the IARC Monographs** , V. 1 – 104, p.1–25, 2012.

INMETRO – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Qualidade do Ar em Estabelecimentos de Uso Público e Coletivo**. 1993, pp.1–4. Disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/consumidor/produtos/qualidadedoAr.asp>. Acesso em: 07 de fevereiro de 2013.

KEELER, M. e BURKE, B. **Fundamentos de projeto de edificações sustentáveis**, Porto Alegre: Ed. Bookman, 2010.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura**. 3 ed. Rio de Janeiro: Ed. Eletrobás/PROCEL, 2014.

MISSIA D. et al. Indoor exposure from building materials: a field study. **Atmospheric Environment**, n.44(35), p.4388-4395, 2010.

MTE MINISTÉRIO DO TRABALHO E EMPREGO. **Norma Regulamentadora NR-15**: Atividades e Operações Insalubres, Brasil. 2011.

PAGEL, E.C. **Qualidade do ar interno da Estação Antártica Comandante Ferraz (EACF) e sua relação com os materiais de construção e as atividades humanas**. 2015. 183 f. Tese de doutorado. Universidade Federal do Espírito Santo, 2015.

SANTOS, J.M. et al. Experimental investigation of outdoor and indoor mean concentrations and concentration fluctuations of pollutants. **Atmospheric Environment**, n.45(36), p.6534-6545, 2011.

SEAMAN, V.Y., BENNETT, D.H. e CAHILL, T.M. Indoor acrolein emission and decay rates resulting from domestic cooking events. **Atmospheric Environment**, n. 43(39), p. 6199–6204, 2009.

SENITKOVA, I. Impact of indoor surface material on perceived air quality. **Materials Science and Engineering**, n. 36 (1), p. 1-6, 2014.

STEINEMANN, A.C. Fragranced consumer products and undisclosed ingredients. **Environmental Impact Assessment Review**, n. 29(1), p.32–38, 2009.

WEI, W.; RAMALHO, O.; MANDIN, C. Indoor air quality requirements in green building certifications. **Building and Environment**, n.92, p.10-19, 2015.

WESCHLER, C.J. Changes in indoor pollutants since the 1950s. **Atmospheric Environment**, n.43(1), p.153-169, 2009.

WHO - REGIONAL OFFICE FOR EUROPE. **WHO guidelines for indoor air quality**. Dinamarca: Nutrition journal, n. 9, p.454, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL PARA PROJETOS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS NO CONTEXTO CLIMÁTICO DE MACEIÓ/AL[1]

REBÊLO, Marcelle Maria Pais Silva (1); BARBIRATO, Gianna Melo (2)

(1) UFAL, e-mail: marcellepais@hotmail.com; (2) UFAL, e-mail: gmb@ctec.ufal.br

RESUMO

A busca por meios de mensuração do nível de sustentabilidade das edificações é crescente. Esses meios são importantes porque determinam parâmetros para verificação do atendimento a requisitos de sustentabilidade. Este estudo teve como objetivo verificar o atendimento aos critérios estabelecidos pelos sistemas de certificação em uma edificação residencial e conferir qual se adapta melhor à realidade climática e construtiva em Maceió - AL. A metodologia consistiu em uma pré-seleção de sistemas certificadores e sua aplicação em projeto de edifício residencial. Foram aplicadas as certificações GBC Brasil Casa e Selo Casa Azul Caixa, escolhidos por serem elaborados especificamente para o Brasil. Verificou-se que o projeto analisado não cumpriu grande parte dos requisitos obrigatórios como área de abertura de ambientes de permanência prolongada; implantação no terreno de acordo com orientação ao sol e ventos, entre outros. O sistema Referencial GBC Brasil Casa é mais detalhado que o sistema Selo Casa Azul, porém ambos deixam lacunas quando são confrontados com os condicionantes climáticos e construtivos da região estudada, mostrando a importância de desenvolvimento de metodologias de mensuração do nível de sustentabilidade voltados para realidades climáticas específicas, como a da região estudada, para obtenção de resultado mais fidedigno do nível de sustentabilidade projetual.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Projeto arquitetônico. Metodologias de avaliação.

ABSTRACT

The search to measure the level of building sustainability is increasing. This is important to determine parameters for verification of compliance with sustainability requirements. This study aimed to verify compliance with the criteria established by the buildings certification systems in a residential building in order to verify which is better adapted to the climate and constructive reality of Maceió - AL. The methodology consisted of a pre-selection of certification systems and their application in residential building design project. The GBC GBC Brasil Casa e Selo Casa Azul Caixa were chosen because they are designed specifically for Brazil. The results showed that the building design studied does not largely fulfill the requirements of opening area for rooms; sun and wind orientation. The GBC Brasil Casa system is more detailed than the Seal Casa Azul system, but both leave gaps when faced with climatic and construction conditions of the studied area, showing the importance of methodologies aimed to quantify level of sustainability to specific climatic context, such as the study area, to obtain more reliable result of sustainable design level.

Key words: *Sustainability. Architectural design. Assessment design tools.*

[1] REBÊLO, Marcelle Maria Pais Silva; BARBIRATO, Gianna Melo. Sustentabilidade ambiental para projetos de edificações residenciais no contexto climático de Maceió/AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é responsável por uma parcela significativa dos impactos causados ao meio ambiente, pois suas atividades exigem grande demanda de recursos naturais. Entretanto, apesar de avanços, ainda não possuem tecnologias mais apropriadas para sua execução (GRAMACHO et al, 2013).

Sobreira (2010) atesta que é crescente a busca por meios de mensuração do nível de sustentabilidade das edificações através de certificações que venham atribuir "valor" a essas construções. Esses métodos de mensuração são importantes para a determinação de parâmetros de verificação do atendimento a diversos aspectos relativos à sustentabilidade (GRÜNBERG; MEDEIROS; TAVARES, 2014).

Sabe-se que a ênfase em aspectos adotados por cada sistema de certificação é fundamentada nas prioridades ambientais de cada país (SILVA, SILVA e AGOPYAN, 2003). Edifícios certificados internacionalmente não correspondem necessariamente às necessidades de outros (SILVA, 2013). Nesse sentido, enfatiza-se a importância do desenvolvimento de metodologias de mensuração do nível de sustentabilidade ambiental voltados para realidades climáticas específicas.

Diante do exposto, o presente artigo tem como objetivo aplicar sistemas de certificações em um projeto de edificação residencial multifamiliar, de modo a verificar o atendimento aos critérios estabelecidos pelas mesmas e averiguar qual se adapta melhor à realidade climática e construtiva da cidade Maceió - AL.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Os critérios para determinação das certificações a serem estudados foram, primeiramente, o de selecionar sistemas de certificação já utilizados no Brasil, e dentre esses, os especificamente desenvolvidos para a área residencial. Desse modo, foram selecionados o Selo Casa Azul e o Referencial GBC Brasil Casa. Além disso, ambos possuem método de aplicação de fácil entendimento: o checklist.

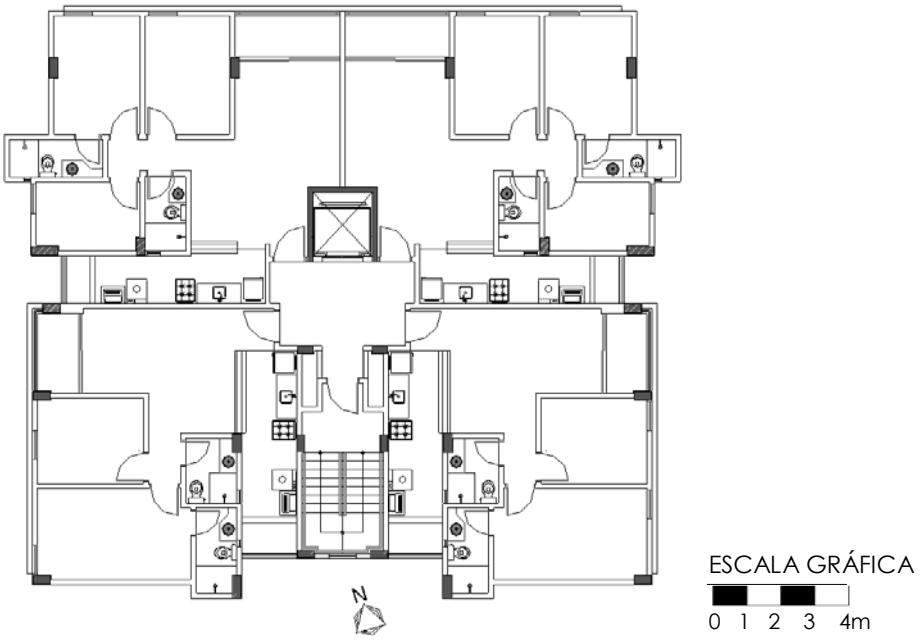
A escolha do projeto arquitetônico para a aplicação individualizada dos sistemas de certificação ambiental levou em consideração características tipológicas que segundo o IBGE (2010) foram os padrões de projeto mais comuns de construção em Maceió-AL[2] - apartamentos de dois a três dormitórios.

O projeto arquitetônico selecionado (Figura 01) possui 6 (seis) pavimentos tipos, mais pilotis e subsolo; é composto por dois (2) blocos independentes que se comunicam apenas pelos pavimentos de áreas comuns, e foi desenvolvido dentro da prática convencional da construção[3].

[2] Segundo dados do IBGE (2010), de um total de 274.059 domicílios no município de Maceió-AL, 193.306 domicílios possuem de 2 a 3 dormitórios.

[3] Define-se o sistema construtivo convencional aquele cuja construção necessita de pilares, vigas e lajes de concreto e os vão destinados às paredes são preenchidos com blocos ou tijolos. Neste método as paredes são

Figura 01 – Planta baixa pavimento tipo do projeto de edifício residencial multifamiliar estudo de caso.



Fonte: Construtora Arcons.

Os sistemas de certificação selecionados foram aplicados no projeto residencial. As categorias referentes a práticas sociais não foram avaliadas. Por fim, foi realizada análise comparativa de modo a verificar a adaptação dos mesmos à realidade local, observando os critérios e exigências referentes ao conforto ambiental e as principais necessidades de infraestrutura do município.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO

Maceió, capital do Estado de Alagoas, tem área de 510,655 km², possui clima quente e úmido, com temperatura média anual em torno de 25°C, umidade relativa média de 78%, ventos predominantes de sudeste (BRASIL, 1992).

O projeto do edifício analisado situa-se no bairro Barro Duro, em uma avenida movimentada que serve de ligação a diversos pontos da parte alta da cidade, em uma zona de expansão de acordo com o Código de Urbanismo e Edificações de Maceió (MACEIÓ, 2007). Na vizinhança, encontram-se comércio e serviços, praças, bem como acesso a paradas de ônibus.

conhecidas como não-portantes, ou seja, não recebem carga que não seja o seu próprio peso, considerando-se apenas como alvenaria de vedação (SANTOS, 2014).

No presente trabalho, foram considerados parâmetros para avaliação das estratégias bioclimáticas projetuais indicados por Passos (2009) para a arquitetura habitacional em Maceió e descritos no Quadro 01.

Quanto à infraestrutura da realidade estudada, Maceió possui 203.565 domicílios ligados na rede geral de abastecimento de água (74, 3%) mas apenas 30,4% das unidades têm acesso a rede coletora de esgoto. O descarte dos resíduos sólidos é acessado por 97,6% das unidades habitacionais através da coleta de lixo ofertada pelo município (IBGE, 2010).

Quadro 01 – Estratégias bioclimáticas para Maceió-AL**.**

Estratégia Bioclimática	**Elementos Arquitetônicos**	**Condições**
Ventilação natural diurna	Venezianas móveis, brises, esquadrias pivotantes	Controle de aberturas
Ventilação natural noturna	Pérgulas, peitoris ventilados	
Resfriamento evaporativo	vegetação	Não usar meios híbridos
Sombreamento	Beirais, brises, cobogós	
Proteção contra as chuvas	Beirais	

Fonte: Adaptado de Passos (2009).

A distribuição de energia elétrica em Maceió é acessada em 98,5% das unidades habitacionais. Quanto à pavimentação, 70,7% dos domicílios possuem ruas pavimentadas e 75% possuem calçadas. Apenas 5,8% das residências possuem passeios com rampas para acessibilidade de pessoas com deficiência. Menos de 50% possuem bueiros, dado que demonstra a fragilidade do sistema de drenagem urbana. Em 38,3% há esgoto a céu aberto.

Quanto à mobilidade urbana, Maceió possui como meio de transporte público o ônibus e o trem urbano. Verifica-se irregularidade do serviço, alto tempo de espera nas paradas de ônibus além da falta de manutenção dos veículos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Aplicação do Selo Azul Caixa

O Quadro 02 mostra os resultados da aplicação da certificação Selo Azul Caixa para o projeto arquitetônico estudado. Critérios em negrito são particularmente relevantes considerando-se o contexto de Maceió.

Quadro 02 – Categorias e critérios avaliados pelo sistema de certificação Selo Casa Azul para o projeto estudado.

CATEGORIA/CRITÉRIOS	OBRIGATÓRIO	CUMPRIU	NÃO CUMPRIU
1 QUALIDADE URBANA			
1.1 **Infraestrutura**	X	X	
1.2 Impactos	X	X	
1.3 **Melhorias no Entorno**			X
1.4 **Recuperação de Áreas Degradadas**			X
1.5 Reabilitação de Imóveis			X
2 PROJETO E CONFORTO			
2.1 **Paisagismo**	X		X
2.2 Flexibilidade de Projeto			X
2.3 **Relação com a Vizinhança**			X
2.4 Solução Alternativa de Transporte			X
2.5 **Local para Coleta Seletiva**	X	X	
2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	X	X	
2.7 **Vedações**	X		X
2.8 **Orientação ao Sol e Ventos**	X	X	
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			X
2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros			X
2.11 **Adequação às Condições Físicas do Terreno**			X
3 EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	Para HIS - até 3 s.m.		X
3.2 **Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns**	X	X	
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			X
3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás			X
3.5 **Medição Individualizada - Gás**	X	X	
3.6 Elevadores Eficientes			X
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			X
3.8 **Fontes Alternativas de Energia**			X
4 CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			X
4.2 **Qualidade de Materiais e Componentes**	X	X	
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			X
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	X	X	
4.5 **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)**	X	X	
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada		X	
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			X
4.8 Pavimentação com RCD			X

4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada		X	
4.10 **Madeira Plantada ou Certificada**		X	
5 GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 **Medição Individualizada**	X	X	
5.2 **Sistema de Descarga**	X		X
5.3 **Arejadores**			X
5.4 Registro Regulador de Vazão			X
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			X
5.6 **Retenção de Águas Pluviais**			X
5.7 **Infiltração de Águas Pluviais**			X
5.8 **Áreas Permeáveis**	X		X
6 PRÁTICAS SOCIAIS			
Não avaliado			

Fonte: As autoras.

Observa-se que, de um total de 53 critérios, apenas 14 foram atendidos. Porém, dos 18 critérios obrigatórios, cumpriram-se 11. Algumas observações:

- O critério 1.1, atendido, deve-se ao fato de que o terreno onde será construído o projeto em estudo contempla todas as exigências, inclusive com escolas e faculdades. Além disso, não existem na proximidade do terreno fontes de ruídos, odores e poluição excessivos e constantes. Uma das exigências para o cumprimento desse critério é existência de tratamento no próprio empreendimento ou em estação de tratamento de esgoto da região. O projeto prevê uma estação de tratamento de esgoto anaeróbio. Esse item é importante, face aos Dados do IBGE (2010) referentes ao esgotamento sanitário doméstico da realidade local.
- Na categoria Projeto e Conforto, verificou-se que não foi realizado o projeto paisagístico do entorno da edificação, apenas de pequenas áreas ajardinadas no pavimento pilotis. O projeto não foi elaborado com previsão de modificações; porém mudanças internas poderão ser propostas pelos proprietários e executadas mediante aprovação da construtora. Também não foram previstas medidas que propiciassem à vizinhança condições adequadas de insolação, ventilação, entre outros.
- O critério 2.7 não foi cumprido quanto ao tamanho das aberturas para ventilação e iluminação. Quanto às recomendações para as paredes externas, foi obedecida a transmitância térmica recomendada. Quanto ao sistema de cobertura, a transmitância térmica é de 3,73 [W/(m²K)] pouco acima do limite máximo do valor recomendado (≤ 3,70 [W/(m²K)]).
- O critério 2.8 não é obrigatório para a zona bioclimática 8 desde sua revisão em 2013, para adequação a NBR 15.575 (2013) e ao Selo Procel Edifica (PROCEL INFO, 2013). Este critério apenas recomenda o sombreamento nos cômodos de longa permanência voltados para oeste. Porém, sabe-se a importância da implantação adequada da

edificação no terreno para evitar ganhos de calor excessivos no ambiente evitando assim desconforto no futuro usuário.

- Na categoria Eficiência Energética, dos 8 critérios apenas 2 foram cumpridos. Há previsão de sensores de presença, mas não há sistemas de aquecimento solar e aquecimento a gás previsto em projeto. Há a previsão de gás natural para abastecimento da cozinha.
- Dentro da categoria Gestão da Água, o único critério atendido foi o 5.1 que indica a utilização de medidores individuais. Não foi previsto um aproveitamento das águas pluviais nem sua retenção para posterior descarte, nem para infiltração natural.
- Quanto à acessibilidade, não se verificou no projeto os 3% das unidades acessíveis. Existe acessibilidade apenas nas áreas comuns. As portas dos banheiros dos apartamentos possuem largura de 0,70m, abaixo do recomendado pela NBR 9050 (ABNT, 2015), que é de 0,80m**.**

4.2 Aplicação Referencial GBC Brasil Casa

No quadro 04 têm-se as categorias e critérios avaliados pelo sistema de certificação Referencial GBC Brasil Casa para o projeto arquitetônico estudado. Levando-se em consideração o município de Maceió, os critérios em negrito são importantes de serem observados.

Quadro 04 – Categorias e critérios avaliados pelo sistema de certificação Referencial GBC Brasil Casa para o projeto estudado.

CATEGORIAS/CRITÉRIOS	OBRIGATÓRIO	CUMPRIU	NÃO CUMPRIU
IMPLANTAÇÃO			
Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da construção	X		X
Orientação de Projeto	X		X
Não utilizar Plantas Invasoras	X		X
Desenvolvimento Urbano Certificado			X
Seleção do Terreno		X	
Localização Preferencialmente Desenvolvida		X	
Infraestrutura de Água e Saneamento Básico			X
Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público		X	
Acesso a Espaço Aberto			X
Administração do Canteiro			X
Paisagismo			X
Redução de Ilha de Calor			X
Controle e Gerenciamento de Águas Pluviais – Quantidade			X
Controle e Gerenciamento de Águas Pluviais – Qualidade			X
Controle de Pragas sem Produtos Tóxicos			X
Implantação Compacta		X	
USO RACIONAL DA ÁGUA	**OBRIGATÓRIO**	**SIM**	**NÃO**
Uso Racional da Água – Básico	X		X
Medição Única do Consumo de Água	X	X	
Uso Racional da Água – Otimizado			X

Medição Setorizada do Consumo de Água			X
Sistemas de Irrigação Eficiente			X
ENERGIA E ATMOSFERA	**OBRIGATÓRIO**	**SIM**	**NÃO**
Desempenho da Envoltória	X		X
Fontes de Aquecimento de Água Eficientes	X		X
Qualidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão	X	X	
Iluminação Artificial	X		X
Desempenho Energético Aprimorado			X
Etiqueta PBE Edifica			X
Atender Nível A do PBE Edifica			X
Fontes Eficientes de Aquecimento Solar			X
Iluminação Artificial – Otimizada			X
Gerenciamento do Gás Refrigerante Residencial[4]		X	
Equipamentos Eletroeletrônicos Eficientes			X
Energia Renovável			X
Comissionamento dos Sistemas Instalados			X
Medição e Verificação			X
MATERIAIS E RECURSOS	**OBRIGATÓRIO**	**SIM**	**NÃO**
Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção	X	X	
Madeira Legalizada	X	X	
Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação			X
Madeira Certificada		X	
Materiais Ambientalmente Preferíveis			X
Controle de Materiais Contaminantes			X
Materiais Certificados			X
Desmontabilidade e Redução de Resíduos – Sistemas Estruturais			X
Desmontabilidade e Redução de Resíduos – Sistemas Não-estruturais			X
QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	**OBRIGATÓRIO**	**SIM**	**NÃO**
Controle de Emissão de Gases de Combustão	X		X
Ventilação Natural e Exaustão Localizada – Básica	X		X
Conforto Ambiental Interno			X
Controle de Umidade Local			X
Exaustão Localizada – Automatizada			X
Controle de Partículas Contaminantes			X
Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem			X
Proteção ao Radônio – Áreas de grande risco			X
Acústica			X
INOVAÇÃO E PROJETO	**OBRIGATÓRIO**	**SIM**	**NÃO**
Projeto Integrado e Planejamento			X
Gerenciamento da Qualidade			X
Manual do Usuário			X
Declaração Ambiental de Produto			X
Inovação e Projeto		X	
CRÉDITOS REGIONAIS	**OBRIGATÓRIO**	**SIM**	**NÃO**
Prioridades Regionais: Nordeste			X
REQUISITOS SOCIAIS			
Não avaliado			

[4] Residências unifamiliares e áreas comuns de condomínios residenciais que não possuam sistema de ar condicionado instalados ganham esse ponto automaticamente.

Fonte: As autoras.

A aplicação da certificação mostra que, dentro dos 62 critérios distribuídos nas 7 categorias, foram cumpridos 11 critérios, sendo apenas 4 obrigatórios. Algumas observações:

- Dentro da categoria Implantação, dos 16 critérios, apenas 4 foram cumpridos, sendo nenhum obrigatório.
- A seleção do terreno foi feita em local adequado, sem restrições ambientais e em uma área próxima a recursos comunitários e meios de transporte público.
- Dentro dos 12 critérios não atendidos, ressalte-se a inadequação da implantação do edifício no terreno sem proporcionar condições mais agradáveis de conforto ambiental.
- Na categoria Uso Racional da Água, apenas 1 critério foi atendido, referente à instalação de medidores individuais.
- Dentro da categoria Energia e Atmosfera, dos 14 critérios apenas 2 foram cumpridos. A categoria Qualidade Ambiental Interna não teve nenhum critério atendido, evidenciando a despreocupação com o desempenho em conforto ambiental do edifício.
- Dentro da categoria Materiais e Recursos, 3 critérios foram atendidos, mostrando uma preocupação com a origem da madeira utilizada na obra, e com o gerenciamento dos resíduos gerados.
- A categoria infraestrutura de água e saneamento básico tem como critério a localização de edificação a um raio máximo de 1000m de redes de abastecimento de água e coletoras de esgoto. Esse critério não foi atingido pois não há rede coletora de esgoto no local. Apesar de o Referencial GBC Brasil Casa não tratar da destinação final de efluentes sanitários nessas situações, o projeto prevê uma estação de tratamento de esgoto anaeróbio, incluído na categoria e critério de Inovação e Projeto.

4.3 Análise comparativa entre os sistemas de certificação aplicados

O Quadro 05 relaciona as categorias e critérios dos dois sistemas de certificação. Critérios em negrito e em células de mesma cor possuem objetivos semelhantes. Existe uma maior abrangência de exigências a serem cumpridas para o alcance de um projeto e consequentemente uma edificação mais sustentável pelo Referencial GBC Brasil Casa.

Quadro 05 – Relação entre as categorias e critérios dos sistemas de certificação Selo Casa Azul e GBC Brasil Casa.

CATEGORIAS	CRITÉRIOS - SELO CASA AZUL	CRITÉRIOS - GBC BRASIL CASA
QUALIDADE URBANA/ IMPLANTAÇÃO	**Infraestrutura**	Controle da erosão, sedimentação e poeira na atividade da construção
	Impactos Melhorias no Entorno Recuperação de Áreas Degradadas	Orientação de Projeto Não utilizar Plantas Invasoras Desenvolvimento Urbano Certificado

	Reabilitação de Imóveis	Seleção do Terreno Localização Preferencialmente Desenvolvida **Infraestrutura de Água e Saneamento Básico** **Proximidade a Recursos Comunitários e Transporte Público** **Acesso a Espaço Aberto** Administração do Canteiro Paisagismo Redução de Ilha de Calor Controle e Gerenciamento de Águas Pluviais – Quantidade Controle e Gerenciamento de Águas Pluviais – Qualidade Controle de Pragas sem Produtos Tóxicos Implantação Compacta
GESTÃO DA ÁGUA/ USO RACIONAL DA ÁGUA	**Medição Individualizada - Água** **Sistema de Descarga** **Arejadores** **Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão** Aproveitamento de Águas Pluviais Retenção de Águas Pluviais Infiltração de Águas Pluviais Áreas Permeáveis	**Uso Racional da Água – Básico** **Medição Única do Consumo de Água** Uso Racional da Água – Otimizado Medição Setorizada do Consumo de Água Sistemas de Irrigação Eficiente
EFICIÊNCIA ENERGÉTICA/ ENERGIA E ATMOSFERA	**Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas** Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns **Sistema de Aquecimento Solar** **Sistemas de Aquecimento à Gás** Medição Individualizada - Gás **Elevadores Eficientes** **Eletrodomésticos Eficientes** **Fontes Alternativas de Energia**	Desempenho da Envoltória **Fontes de Aquecimento de Água Eficientes** Qualidade das Instalações Elétricas de Baixa Tensão **Iluminação Artificial** Etiqueta PBE Edifica Atender Nível A do PBE Edifica Fontes Eficientes de Aquecimento Solar Iluminação Artificial – Otimizada Gerenciamento do Gás Refrigerante Residencial **Equipamentos Eletroeletrônicos Eficientes** **Energia Renovável** Comissionamento dos Sistemas Instalados Medição e Verificação

CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS/ MATERIAIS E RECURSOS	Coordenação Modular Qualidade de Materiais e Componentes Componentes industrializados ou Pré-fabricados Formas e Escoras Reutilizáveis **Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)** Concreto com Dosagem Otimizada Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV) Pavimentação com RCD Facilidade de Manutenção da Fachada **Madeira Plantada ou Certificada**	Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Madeira Legalizada **Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção e Operação** **Madeira Certificada** Materiais Ambientalmente Preferíveis Controle de Materiais Contaminantes Materiais Certificados Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Sistemas Estruturais Desmontabilidade e Redução de Resíduos - Sistemas Não-estrutura
PROJETO E CONFORTO/ QUALIDADE AMBIENTAL INTERNA	Paisagismo Flexibilidade de Projeto Relação com a Vizinhança Solução Alternativa de Transporte Local para Coleta Seletiva Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos **Vedações** **Orientação ao Sol e Ventos** Iluminação Natural de Áreas Comuns **Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros** Adequação às Condições Físicas do Terreno	Controle de Emissão de Gases de Combustão **Exaustão Localizada – Básica** **Conforto Ambiental Interno** Controle de Umidade Local Exaustão Localizada – Automatizada Controle de Partículas Contaminantes Proteção de Poluentes Provenientes da Garagem Proteção ao Radônio – Áreas de grande risco Acústica
INOVAÇÃO E PROJETO	Agenda do empreendimento	Projeto Integrado e Planejamento Gerenciamento da Qualidade Manual do Usuário Declaração Ambiental de Produto Inovação e Projeto
CRÉDITOS REGIONAIS		Prioridades Regionais: Norte Prioridades Regionais: Nordeste Prioridades Regionais: Sul Prioridades Regionais: Sudeste Prioridades Regionais: Centro-Oeste

CRITÉRIO BÔNUS	Consiste em itens de projeto não contemplados dentre os critérios do Selo e que contribuem para a sustentabilidade do projeto, desde que previamente aprovados pela CAIXA.	
PRÁTICAS SOCIAIS/ REQUISITOS SOCIAIS	Não avaliado.	

Fonte: As autoras.

Como ambos sistemas baseiam-se de maneira geral na NBR 15575 (ABNT, 2015) para a definição de condições adequadas para o alcance de uma edificação mais confortável ambientalmente, percebe-se uma fragilidade nesse aspecto, pois na referida norma não há exigência quanto à adoção de estratégias bioclimáticas no projeto.

5 CONCLUSÕES

Os sistemas possuem similaridade em suas categorias e critérios, notam-se critérios com objetivos semelhantes em categorias diferentes. O sistema Referencial GBC Brasil Casa mostrou-se mais completo e detalhado que o sistema Selo Casa Azul para a aplicação específica do caso estudado, pois possui uma abrangência maior em suas categorias e critérios. Porém, o Selo Casa Azul enfatiza questões fundamentais de infraestrutura do município, como meios de tratamentos alternativos para o esgotamento sanitário.

Todavia, ambos deixam de analisar aspectos importantes quando são confrontados com as condicionantes climáticas e construtivas de Maceió-AL. A acessibilidade é abordada apenas no âmbito do edifício, esquecendo-se de sua integração com o entorno. Não há exigências quanto ao uso de estratégias bioclimáticas de acordo com a realidade local.

O sistema Referencial GBC Brasil Casa, para o contexto estudado, se enquadra de maneira mais adequada na avaliação das condicionantes climáticas e de conforto ambiental, pois tem uma maior preocupação com a implantação e o impacto na vizinhança, quanto ao desempenho térmico da envoltória, entre outros.

A aplicação dos selos para o caso estudado mostrou, enfim, que projetos desenvolvidos sobretudo dentro das práticas convencionais de projeto e construção não alcançam o grau mínimo para obter uma certificação da construção ambientalmente sustentável, pois não cumprem critérios considerados obrigatórios.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220**: Desempenho Térmico de Edificações. Rio de janeiro, 2005.

_____NBR 15.575: Edificações Habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

_____NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL, Ministério da Agricultura e Reforma Agrária, Dep. Nacional de Meteorologia. **Normais climatológicas 1961-1990**. Brasília, DNMET, 1992. 84p.

_____. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº18, de 16 de janeiro de 2012. **Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais.** Rio de Janeiro, 2012.

CAIXA ECONÔMOCA FEDERAL. Selo Casa Azul: Boas práticas para habitação mais sustentável. **São Paulo: Páginas e Letras–Editora e Gráfica**, 2010.

CAIXA ECONÔMOCA FEDERAL. 2012. Imprensa, ***release***. Disponível em <http://www1.caixa.gov.br/imprensa/imprensa_release.asp?codigo=6911973&tipo_noticia=53>Acesso em 20 de janeiro de 2016.

GRAMACHO, Bruna Bastos;| BARROSO, Felipe Kreuts; MACHADO, Márcio Ferreira; BARRETO, Raul Antônio Dantas; ARAÚJO, Paulo Jardel Pereira. Construção sustentável: soluções para construir agredindo menos o ambiente. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas,** Sergipe, v. 1, n.16, p. 97-110, mar. 2013.

GREEN BUILDING COUNCIL BRASIL - GBC. **Referencial GBC Brasil Casa**. São Paulo: GBC - Brasil, 2014.

GRÜNBERG, Paula Regina Mendes; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias; TAVARES, Sergio Fernando. Certificação ambiental de habitações: comparação entre LEED for Homes, processo AQUA e Selo Casa Azul. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 17, n. 2, p. 195-214, abr./jun. 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFI A E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Demográfico 2010. Características da população e dos domicílios. Resultados do universo.** Rio de Janeiro, 2011.

PASSOS, I. C. da S. **Clima e arquitetura habitacional em Alagoas : estratégias bioclimáticas para Maceió, Palmeira dos Índios e Pão de Açúcar**. 2009. 173 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2009.

PROCEL. Etiquetagem em Edificações. [2013?]. Disponível em: < http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View={F48ABFE1-2335-4951-9FF9-C5E9B27815AC}>. Acesso em: 08 abr. 2013.

SANTOS, D. G. **Estudo Comparativo entre o Sistema Construtivo Tradicional e Painéis Pré-Moldados tipo Jet Casa.** Projeto Final, Publicação ENC. PF 006-2013/02, Curso de Engenharia Civil, Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, GO, 30p. 2014.

SILVA , Vanessa Gomes; SILVA, Maristela Gomes; AGOPYAN, Vahan. Avaliação de edifícios no Brasil: da avaliação ambiental para avaliação de sustentabilidade. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2003.

SILVA, M. C. C. **Instrumento para pré-avaliação da seleção de materiais em projetos que visam certificação ambiental**. 2013. 89 p. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

SOBREIRA, F. Arquitetura e Sustentabilidade: os riscos da onda verde. In: 19° Congresso Brasileiro de Arquitetos – CBA, 2010. **Anais**... Recife, CBA, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

DESEMPENHO TÉRMICO DO SISTEMA DE VEDAÇÃO VERTICAL E EMISSÕES DE CO_2: ESTUDO DE CASO PARA UMA EDIFICAÇÃO ESCOLAR LOCALIZADA EM GOIÂNIA – GO[1]

PAULSE, Pablo (1); CALDAS, Lucas (2); SPOSTO, Rosa (3); HORA, Karla (4)

(1) UFG, e-mail: pablo.paulse@gmail.com; (2) COPPE/UFRJ, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com; (3) UnB, e-mail: rmsposto@unb.br; (4) UFG, e-mail: karlaemmanuela@gmail.com

RESUMO

As edificações públicas ocupam lugar de destaque visto que parte do consumo de energia e emissões nestas edificações é originada a partir do condicionamento ambiental, na maioria dos casos destinadas a climatização dos ambientes, estando, assim, relacionado ao desempenho térmico da envoltória da edificação. Neste contexto, o presente trabalho objetiva avaliar o impacto de duas especificações de vedação vertical externa, para um projeto padrão de edificações escolares localizadas em Goiânia – GO, a partir da quantificação das emissões de CO_2 ao longo do ciclo de vida da edificação. Foram avaliados dois tipos de sistemas, o primeiro composto de tijolos maciços aparentes, com reboco interno (especificação original) e o segundo de blocos cerâmicos furados com reboco externo e interno. O método utilizado baseou-se na avaliação do ciclo de vida, com foco na pegada de carbono utilizando o software DesignBuilder para a simulação termoenergética. A partir dos resultados foi possível concluir que o sistema original apresentou maior valor de emissões de CO_2. Desta maneira, a principal contribuição deste estudo consistiu-se em apresentar a possibilidade de substituição de componentes e processos construtivos semelhantes, com desempenho térmico superior, para diminuir emissões de CO_2 ao longo do ciclo de vida das edificações.

Palavras-chave: Vedação vertical. Desempenho térmico. Emissões de CO_2. Edificação escolar.

ABSTRACT

Public buildings occupy a prominent place since the energy consumption and emissions in these buildings are originated from environmental conditioning, in most cases for air conditioning, this aspect is related to the thermal performance of the envelopment of the building. In this context, this study aimed to assess the impact of two external vertical walls specifications for a standard school building project located in Goiania - GO, from the measurement of CO_2 emissions over the building life cycle. We evaluated two types of systems, the first consisting of apparent solid brick, with interior plasterwork (original specification) and the second made of ceramic blocks with external and internal plastering. The method used was the assessment of the life cycle, focusing on the carbon footprint using DesignBuilder software for thermal energetic simulation. From the results it was concluded

[1] PAULSE, Pablo; CALDAS, Lucas; SPOSTO, Rosa; HORA, Karla. Impacto do desempenho térmico do sistema de vedação vertical nas emissões de CO_2: estudo de caso para uma edificação escolar localizada em Goiânia – GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

that the original system showed higher CO_2 emissions. Thus, the main contribution of this study was to show that it is possible to use similar components and construction processes, with superior thermal performance, to reduce CO_2 emissions throughout the life cycle of buildings.

***Keywords**: Wall system. Thermal performance. CO_2 emissions. Scholar building.*

1 INTRODUÇÃO

O aquecimento global pode ser considerado o maior e mais preocupante problema ambiental, em escala mundial, da atualidade. Os chamados gases do efeito estufa (GEE) gerados nas atividades antrópicas são apontados como os principais causadores deste problema e, entre eles, o dióxido de carbono (CO_2) pode ser considerado o mais impactante (JOHN, 2010; GOLDEMBERG; LUCON, 2011).

O setor da construção civil, com destaque para a área de edificações, é responsável por uma parcela importante do consumo de energia e emissões de CO_2, seja na etapa de extração e fabricação dos materiais e componentes de construção utilizados, seja na operação e manutenção da edificação.

Como já verificado em outros estudos, como o de Huberman e Pearlmutter (2008), Taborianski e Prado (2012), Radhi e Sharples (2013), Rakhshan *et al.* (2013), Brás e Gomes (2015) e Oliveira (2015) o melhor desempenho térmico das fachadas das edificações resultaram na economia de energia, para o condicionamento ambiental, e consequente redução das emissões de CO_2 durante a etapa operacional da edificação.

No entanto, a realidade internacional é diferente da brasileira, pois parte considerável da energia gasta para o condicionamento de edificações localizadas na Europa, por exemplo, são voltadas para o aquecimento.

Os estudos citados avaliaram diferentes sistemas construtivos e materiais, como blocos ceramicos, de concreto, como também o uso de isolantes térmicos. No entanto, ainda são poucos estudos que avaliaram o impacto do desempenho térmico de sistemas construtivos similares, compostos de materiais semelhantes.

A utilização de sistemas construtivos com elementos e materiais de construção semelhantes é vantajosa, pois, normalmente não impactarão de forma significativa nos custos e na mão de obra necessária para a execução. Enquanto sistemas industrializados, além do processo e logística serem diferentes de sistemas convencionais, podem apresentar diferenças nos custos.

Em relação ao consumo de energia elétrica, no Brasil, o setor público representa 3,2% de participação no total nacional em 2015 (BEN, 2015). Em Goiânia, município com mais de 1,3 milhão de habitantes e capital do Estado de Goiás, o setor público é responsável por aproximadamente 5% do consumo de toda energia elétrica do município e apresentou um crescimento de 7% entre o ano de 2013 e 2014. (IMB, 2016).

Segundo Lamberts *et al.* (2007), nas edificações comerciais e públicas, o

condicionamento de ar representa aproximadamente 47% do total de energia elétrica, seguido pela iluminação artificial, representando 22%.

Considerando este contexto, o estudo buscou avaliar o desempenho térmico de diferentes de sistemas de vedações verticais entre duas especificações de vedação vertical externa a partir da quantificação das emissões de CO_2 ao longo do ciclo de vida de uma edificação escolar municipal padrão localizada no município de Goiânia – GO.

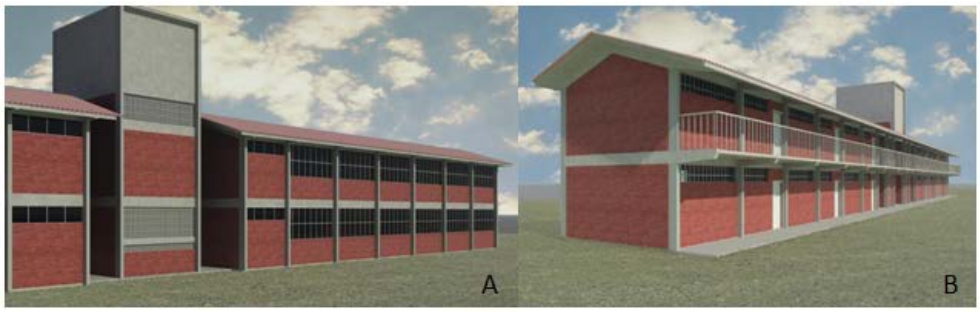
Parte-se do pressuposto que a avaliação térmica de edifícios públicos produzindo novas recomendações poderá estimular o setor da construção a adotar padrões construtivos com menor impacto tanto no consumo energético quanto na emissão de GEE.

2 METODOLOGIA

2.1 Caracterização da edificação escolar

A edificação escolar estudada se localiza em Goiânia – GO e trata-se de um projeto padrão de bloco de salas de aula adotadas para edifícios escolares pela prefeitura, sendo, portanto, replicado em diferentes terrenos. Ela possui área construída de 987,56 m², consta de vedações verticais de tijolos cerâmicos aparentes, com dois pavimentos e doze salas de aula e quatro sanitários, além das áreas de circulação, conforme representação na Figura 1.

Figura 1 – Edificação escolar padrão do município de Goiânia. (A) Fachada frontal; (B) Fachada posterior



Fonte: Os autores a partir do Autodesk Revit

A envoltória da edificação possui área total de planos verticais de 801,80m², sendo 622,52m² de paredes ou superfícies opacas e 179,28m² de aberturas ou superfícies envidraçadas. As aberturas não dispõem de elementos de proteção solar, como brises ou telas, apenas o beiral da cobertura oferece uma proteção pequena para as salas de aula localizadas no pavimento superior, o que não foi considerado para esse estudo. As vedações verticais externas correspondem a quase 80% da área da envoltória da edificação, justificando a escolha deste sistema.

2.2 Definição dos sistemas de vedação vertical segundo os critérios de desempenho térmico

Foi adotado como alternativa para o sistema original da edificação, o sistema de alvenaria de blocos cerâmicos furados, assentados na menor dimensão. Este sistema foi escolhido por dois fatores: (1) por ser um sistema construtivo típico da região, e, portanto, bastante difundido; (2) consegue atender o critério de desempenho térmico para vedações verticais externas (VVE) definida na NBR 15575-4 (ABNT, 2013) para a zona bioclimática nº 6, onde a cidade de Goiânia – GO está localizada.

Para esta norma ser atendida, a VVE deve possuir um valor de transmitância térmica (U) menor que 2,5 W/m².K (para qualquer cor de pintura) e capacidade térmica (Ct) maior que 130 kJ/m².K. Para a especificação dos sistemas construtivos no software *DesignBuilder*, o sistema P1 (parede padrão) e o P2 (parede proposta) foram calculados os valores de U, conforme apresentado no Quadro 1.

Quadro 1 – Sistemas de vedação vertical avaliados

Sigla	**Descrição sistemas**	**U (W/m².K)**
P1	Parede padrão: parede rebocada somente na parte interna com tijolo cerâmico maciço espessura de 12 cm, assentado na menor dimensão, com espessura total de 15 cm.	3,02[1]
P2	Parede proposta: parede rebocada dos dois lados (interno e externo) com bloco cerâmico de 8 furos (9x19x19 cm) assentado na menor dimensão, com espessura total de 14 cm.	2,49[2]

[1] Valores de U calculados com base no procedimento da NBR 15220-2 (ABNT, 2008).
[2] Valores de U retirados da NBR 15220-3(ABNT, 2005).

Fonte: Os autores

2.3 Avaliação do ciclo de vida com foco na pegada de carbono

O escopo adotado na avaliação foram as etapas de pré-uso (extração e processamento dos materiais e componentes – ECO_2I, transporte dos materiais e componentes – ECO_2T) e uso (operação da edificação).

Não foi adotada a etapa de manutenção visto que ambos os sistemas são compostos por materiais cerâmicos e argamassa e, por essa razão, possuem durabilidade e vidas úteis semelhantes.

A unidade funcional adotada foi a edificação completa, considerando somente as vedações verticais externas e o consumo de energia para o condicionamento ambiental (aparelhos de climatização) e iluminação das salas de aula. Foi adotada uma vida útil de 50 anos para a edificação, por ser este o valor mínimo presente na norma de desempenho para edificações, a ABNT NBR 15575-1: 2013.

Para a etapa de pré-uso foram pesquisados dados de emissões de CO_2 na fabricação e processamento dos materiais e componentes utilizados na

vedação vertical, conforme apresentado no Quadro 2, adotando-se a média dos valores encontrados. Foram consideradas as perdas dos materiais durante a execução da edificação, sendo 13% de perda para os blocos e tijolos cerâmicos e 18% para argamassa (AGOPYAN; SOUZA, 1998).

Quadro 2 – Inventário de dados de emissões de CO2 dos materiais e componentes

Referências (Ano) - País	**Argamassa (kgCO2/kg)**	**Bloco cerâmico (KgCO2/kg)**
Soares *et. al* (2002) - Brasil	-	0,33
Stachera e Casagrande (2007) - Brasil	-	0,38
Nabut Neto (2011) - Brasil	0,21	-
Costa (2012) - Brasil	0,16	0,91
Média	0,19	0,47

Fonte: Os autores

Foi realizada a quantificação dos componentes e materiais em massa, considerando as vedações verticais externas da edificação escolar. A média dos fatores de emissões, apresentados na Tabela 1, foi multiplicada pela massa encontrada, resultando nas emissões de CO_2 iniciais ou incorporadas (ECO_2I). Por falta de dados específicos, foi considerada a mesma quantidade de emissões de CO_2 no processo produtivo dos tijolos e blocos cerâmicos.

Para etapa de transporte foi empregado o método utilizado por Nabut Neto (2011) e Caldas *et al.* (2015). Foi definido um local fictício do canteiro de obras em uma região central do município de Goiânia. Para a seleção das fábricas, foram consultadas aquelas em conformidade com o Programa Setorial da Qualidade – PSQ (Brasil, 2015a; 2015b), de blocos cerâmicos e foram selecionadas aquelas com a menor distância até a localização do canteiro de obras. Na etapa de transporte também foram consideradas as perdas. Os resultados encontrados foram identificados como emissões de CO_2 do transporte (ECO_2T).

Foram somados os valores de ECO_2I e ECO_2T encontrados, resultando nas emissões de CO_2 da etapa de pré-uso (ECO_2P).

As emissões da etapa operacional (ECO_2O) foram quantificadas a partir do consumo de energia obtido na simulação termoenergética. O valor encontrado foi multiplicado pelo um fator de correção (FC), que converte a energia secundária (obtida da rede) em energia primária (obtida na fonte), para a contabilização das perdas de transformação e distribuição. Foi utilizado o FC de 1,67, obtido do BEN (2015).

Este resultado foi multiplicado pelo fator de emissões de CO_2, também obtido no BEN (2015), a partir da matriz elétrica brasileira, de 0,036 $kgCO_2/MJ$. Por fim, o resultado foi multiplicado pela vida útil da edificação.

As emissões totais de CO_2 (ECO_2TOT) foram encontradas somando os valores de ECO_2P e ECO_2O.

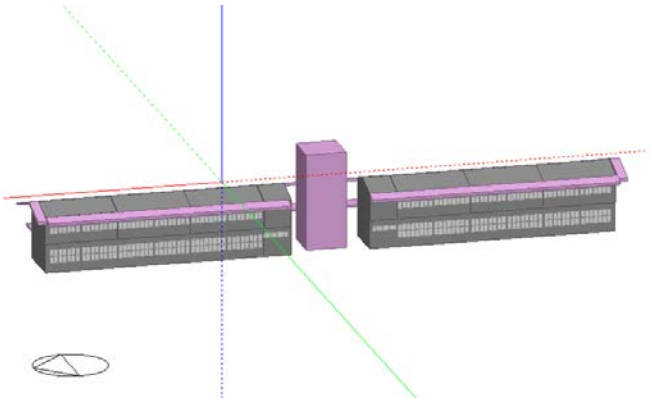
2.4 Simulação termoenergética no software DesignBuilder

Para a simulação termoenergética foi utilizado o software *DesignBuilder* v4.6.0.015.

Como a edificação está localizada na cidade de Goiânia tentou-se, primeiramente, buscar os arquivos climáticos para esta cidade. Ao se constatar a ausência do mesmo, adotou-se, como referência, arquivo climático de município pertencente à mesma zona bioclimática (ZB-6), que apresentassem temperaturas e umidade relativas médias mensais semelhantes.

Para isto, foi utilizada a ferramenta digital "Projetando Edificações Energeticamente Eficientes" – ProjetEEE (BRASIL; UFSC, 2015). A cidade que mais se aproximou de Goiânia e que ao mesmo tempo possui dados climáticos disponíveis no LabEEE, na extensão EPW (*Energyplus Weather Data*), foi a cidade de Pires do Rio - GO. A edificação modelada no software é apresentada na Figura 2.

Figura 2 – Edificação escolar padrão do município de Goiânia



Fonte: Os autores a partir do DesignBuilder

Para a orientação da edificação foi selecionada aquela que apresentasse as condições mais desfavoráveis para as salas de aula, sendo definida a fachada envidraçada das salas de aula voltadas para a orientação oeste, conforme apresentado na Figura 2.

Para a composição dos sistemas foram adotados os valores de condutividade térmica, massa específica e calor específico dos materiais (cerâmica e argamassa) a partir da NBR 15220-3 (ABNT, 2005). Pelo fato do

sistema P2 ser heterogêneo[2] e o software, DesignBuilder, não fazer esta diferenciação, os sistemas foram montados como camadas de componentes homogêneos. Para amenizar esta limitação, foi utilizado o recurso do software chamado de "*set U-value*" para fixar o valor da transmitância térmica dos sistemas de vedação (conforme os valores apresentados no Quadro 1). Dessa forma, a camada de material cerâmico (bloco cerâmico) tem sua espessura aumentada automaticamente para atingir o valor de U predefinido.

Para iluminação foram consideradas 16 lâmpadas fluorescentes de 40W por sala de aula (de acordo com a especificação do projeto), o que resultou na densidade de potência luminosa de 13,3 W/m².

Para a definição da temperatura neutra de conforto térmico, a temperatura de *setpoint* dos aparelhos de condicionamento ambiental, foi comparada duas temperaturas. Primeiramente a definida por Givoni (1992), de 29°C, limite máximo de conforto para países em desenvolvimento, que também foi utilizado em outros estudos como o de Maciel (2013) e Oliveira (2015).

Foi avaliado também o modelo proposto pela regulamentação europeia EN 15251 (CEN, 2007), que define neutralidade térmica (TN) como TN = 18,8 + 0,33 TRM. Sendo que TRM é a media das temperaturas diárias, considerando uma variação de 3°C, para que 90% dos usuários fiquem satisfeitos. Este método foi utilizado por Cotta e Vieira (2015). A TN obtida foi de 29,37°C, e ao final adotou a temperatura de 29°C, por ser o pior caso.

Para a comparação do desempenho térmico foram avaliadas as temperaturas internas da edificação para os sistemas P1 e P2 para o dia típico de verão, 18/09, definido na NBR 15575 – 1 (ABNT, 2013), para a sala 8 (Figura 3), a que apresentou situação mais crítica segundo esse aspecto.

Figura 3 – Planta baixa com a indicação da Sala 8



Fonte: Os autores

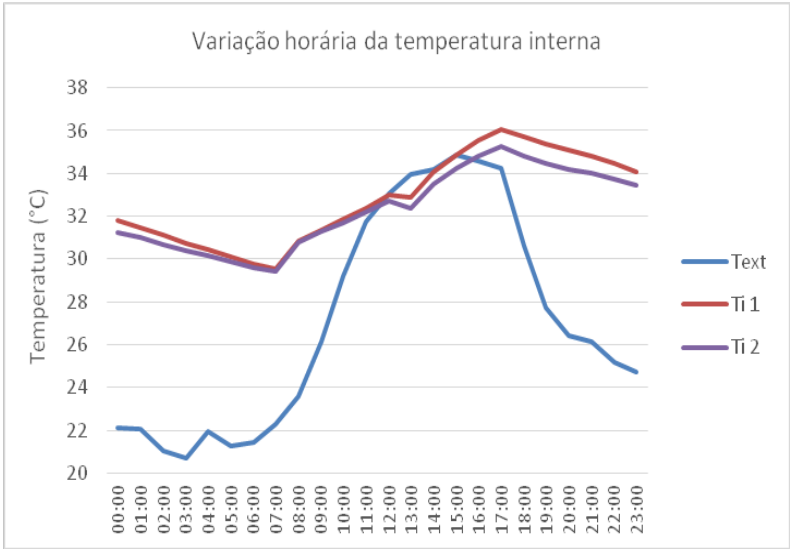
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Avaliação do desempenho e conforto térmico

Os resultados da avaliação do desempenho térmico da sala de aula estão apresentados na Figura 4.

[2] De acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005), o Componente é heterogêneo quando é formado por diferentes materiais superpostos em "n" camadas paralelas às faces (perpendiculares ao fluxo de calor).

Figura 4 – Comparação da variação horária da temperatura interna na sala de aula para o dia típico de verão na cidade de Goiânia - GO



Text – temperatura externa

Ti 1 – temperatura interna do sistema P1

Ti 2 – temperatura interna do sistema P2

Fonte: Os autores

Observa-se que o sistema P2 apresentou temperaturas internas inferiores aos sistemas P1 para todas as horas do dia típico de verão, devido ao seu melhor desempenho térmico. Esta diferença influenciará no conforto térmico dos usuários e consequentemente no consumo de energia do aparelho de climatização e nas emissões de CO_2.

De posse dos valores das temperaturas internas horárias, geradas na simulação termoenergética, foi possível calcular o Percentual de Horas Ocupadas em Conforto (POC) e o consumo de eletricidade anual para a edificação, conforme apresentado no Quadro 3.

Quadro 3 – Consumo de energia e percentual de horas ocupadas em conforto (POC)

Sistemas de Vedação	**Energia MWh/ano**	**POC (%)**
P1	44,6	57,8
P2	43,2	61,6

Fonte: Os autores

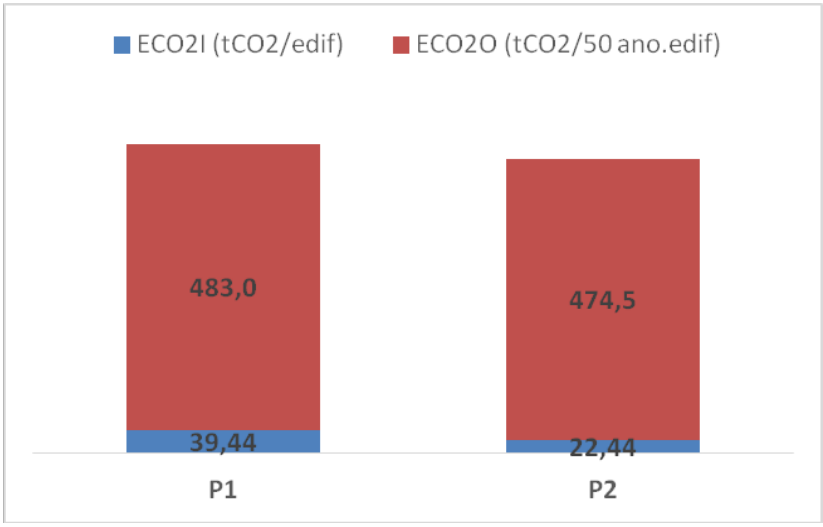
Nota-se que a edificação com o sistema P1 apresentou um menor percentual de horas de conforto o que resultou em um maior consumo de energia elétrica, com uma diferença de aproximadamente 3%.

3.2 Quantificação das emissões de CO2

A quantificação das emissões de CO_2 para os sistemas P1 e P2 está

apresentada na Figura 5.

Figura 5 – Comparação das emissões de CO_2 para os dois sistemas de vedação vertical



Fonte: Os autores

A partir dos resultados obtidos, observa-se que o sistema P2 apresentou menor quantidade total de emissões de CO_2, 496,9 tCO_2, enquanto o sistema P1 apresentou maior quantidade, de 522,4 tCO_2. É possível notar que, além de utilizar um sistema com menor quantidade de emissões na etapa de pré-uso, como foi o caso do sistema P2, é possível ter um melhor desempenho térmico do sistema de vedação vertical, contribuindo ainda mais para a redução da quantidade de emissões totais.

Estes resultados são similares aos encontrados por Brás e Gomes (2015), que avaliaram a redução do consumo de energia e emissões de carbono para uma edificação escolar em Portugal. Este edifício foi revitalizado com uma argamassa de menor impacto ambiental e ao mesmo tempo com melhor desempenho térmico.

Outro fato a ser destacado é que o sistema P1, por não ser revestido externamente pela camada de argamassa, provavelmente apresentará menor vida útil e consequente mais emissões para a substituição dos componentes ao longo do ciclo de vida da edificação.

Observa-se que a etapa operacional foi a mais impactante ao longo do escopo considerado, correspondendo à aproximadamente 90% das emissões de CO_2, próximo aos valores apresentados por estudos nacionais como o de Taborianski e Prado (2012) e internacional como Peng (2016).

4 CONCLUSÕES

Conclui-se que, após avaliar duas diferentes especificações de sistemas de vedações verticais externas, o sistema mais vantajoso, do ponto de vista de emissões de CO_2, é aquele composto por blocos cerâmicos furados assentados na menor dimensão. Este sistema, também, apresentou melhor

desempenho térmico, sendo superior ao sistema padrão adotado nas edificações escolares em Goiânia.

Desta forma, deve ser pensado, em nível de gestão municipal, em um projeto que contemple outro sistema de vedação vertical externa para a edificação escolar padrão do município de Goiânia – GO, sendo que o sistema P2 apresentado resultou num desempenho térmico superior e ao mesmo tempo com quantidade de emissões menor que o sistema P1, original.

Este estudo foi importante por mostrar que um sistema construtivo semelhante, composto de materiais cerâmicos e argamassa e, portanto, com menor diferença nos custos e mão de obra quando comparado ao atual sistema padrão, pode proporcionar um melhor desempenho térmico da edificação e ao mesmo tempo diminuir as emissões de carbono.

Outro dado importante é o fato da edificação estudada ser um projeto padrão do município e desta forma os resultados apresentados podem ser aplicados na escala municipal e expandidos para outros tipos de edificações públicas.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; SOUZA, U. E. L (Coord). **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras**. São Paulo: FINEP, 1998. 189p.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho Térmico de Edificações. Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, 2008.

_____. **NBR 15220-3**: Desempenho Térmico de Edificações. Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

_____. **NBR 15575-1**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15575-4**: Edificações Habitacionais – Desempenho. Sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL (BEN). **Relatório Síntese ano base 2014.** Brasília-DF, 2015.

BRÁS, A.; GOMES, V. LCA implementation in the selection of thermal enhanced mortars for energetic rehabilitations of school buildings. **Energy and Buildings**. v. 92. p. 1 – 9. 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa Setorial da Qualidade. **PSQ Blocos Cerâmicos.** 2015 a.Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_simac_psqs2.php?id_psq=72>. Acesso em 22/07/2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. Programa Setorial da Qualidade. **Cimento.** 2015 a.Disponível em: <http://pbqp-h.cidades.gov.br/projetos_simac_psqs2.php?id_psq=72>. Acesso em 22/07/2015.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente; UFSC; LABEEE. **ProjetEEE: Projetando Edificações Energeticamente Eficientes.** Disponível em: http://projeteee.ufsc.br/. Acesso em 06/05/2015.

ELETROBRÁS; PBE EDIFICA; INMETRO. Site Etiqueta PBE Edifica. Disponível em: http://pbeedifica.com.br/. Acesso em 06/05/2015.

CALDAS, L. R.; SPOSTO, R. M.; PAULSEN, J. S.; SANTOS FILHO, V. M. Emissões de CO2 no Ciclo de Vida de Habitações de Interesse Social: Estudo de Caso Para o DF. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO - INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 9., 2015, São Carlos. **Anais ...** São Carlos: UFSCAR, 2015.

COMITÉ EUROPÉN DE NORMALISATION (CEN). **EN 15251**: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of building addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustic. Brussels, 2007.

COSTA, B. L. C. **Quantificação das emissões de CO2 geradas na produção de materiais utilizados na construção civil no Brasil**. Dissertação de Mestrado. Instituto Alberto Luiz Coimbra de Pós-Graduação e Pesquisa de Engenharia, Engenharia Civil. UFRJ, Rio de Janeiro, 2012.

COTTA, J. O.; VIEIRA, J. L. O desempenho térmico de ambientes de trabalho nas cidades de São Paulo e Rio de Janeiro. In: GONÇALVES, J. K.; BODE, K. (Org.). **Edifício Ambiental**. Cap. 3. p. 79 -102. 2015.

GIVONI, B. Confort climate analysis and building design guidelines. **Energy and Buildings.** v. 18, p. 11-23.1992.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O**. Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3 ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011.

HUBERMAN, N.; PEARLMUTTER, D. A life-cycle energy analysis of building materials in the Negev desert. **Energy and Buildings**. v 40. p. 837-848. 2008.

INSTITUTO MAURO BORGES (IMB). **Estatísticas Municipais**. Energia Elétrica no Poder Público. Disponível em: <http://www.imb.go.gov.br/>. Acesso em: 06 jan. 2016.

JOHN, V. M. Materiais de construção e o meio ambiente. In: ISAIA, G (Ed.). **Materiais de Construção Civil e Princípios de Ciência e Engenharia de Materiais**. 2.ed. ed. São Paulo: Ibracon, 2010. p. 97-121.

KIM, K. H. A comparative life cycle assessment of a transparent composite façade system and a glass curtain wall system. **Energy and Buildings**. v.43. n. 12. p. 3436-3445. 2011.

LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES (LabEEE). Dados **Climáticos.** Disponível em: <http://www.labeee.ufsc.br/downloads/arquivos-climaticos/formato-epw> Acesso em: 13 ago. 2015.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F.O.R. **Eficiência energética na arquitetura.** 3.ed. Rio de Janeiro, 2007.

MACIEL, A. C. F. **Energia incorporada de fachadas ventiladas. Estudo de caso para edificação habitacional em Brasília.** Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil. UnB, Brasília, 2013.

NABUT NETO, A.C. **Energia Incorporada e Emissões de CO2 de Fachadas. Estudo de Caso do Steel Frame para Utilização em Brasília**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil. UnB, Brasília, 2011.

OLIVEIRA, L. B**. A influência do sistema de fachada viva em manta no ciclo de vida energético de uma residência unifamiliar em clima tropical**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, UFPR, Curitiba, 2015.

PENG, C. Calculation of a building's life cycle carbon emissions based on Ecotect and building information modeling. **Journal of Cleaner Production**. v. 112. p. 453-465. 2016.

RADHI, H., SHARPLES, S. Global Warming implications of façade parameters: A life cycle assessment of residential buildings in Bahrain. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 38. p. 99-108. 2013.

RAKHSHAN, K.; FRIESS, W. A.; TAJERZADEH, S. Evaluating the sustainability of improved building insulation: A case study in the Dubai residential environment. **Building and Environment.** v.67. p. 105-110. 2013.

SOARES, S.R.; PEREIRA, S.W.; BREITENBACH, F.E. Análise do ciclo de vida de produtos cerâmicos da indústria de construção civil. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE INGENIERÍA SANITÁRIA Y AMBIENTAL, 28., 2009, Cancún, México. **Anais ...** Cancún: 2002.

STACHERA JR, T. CASAGRANDE JR, E.F. Avaliação de emissões de CO2 na construção civil: um estudo de caso da habitação de interesse social no Paraná. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 9., 2007, Curitiba. **Anais ...** Curitiba: UFPR, 2007.

TABORIANSKI, V. M.; PRADO, R. T. A. Methodology of CO_2 emission in the life cycle of office building façades. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 33. n. 1. p. 41-47. 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SELO CASA AZUL: ENGENHARIA CIVIL E SUSTENTABILIDADE, UMA PARCERIA QUE PODE DAR CERTO[1]

SANTOS, Aldreen Calábria Soares (1); MOTTA, A. (2)

(1) UFF, e-mail: aldreencalabria@gmail.com; (2) UFF, e-mail: amotta.uff@gmail.com

RESUMO

O Selo Casa Azul, conferido pela Caixa, é uma certificação sustentável nacional, pouco conhecida por empreendedores da construção civil (públicos, particulares). Trata-se de um dos segmentos que mais impactam o ambiente, exigindo esforços ao buscar alternativas e novas tecnologias. Seu objetivo é direcionar projetos de edificação tornando-os socioambientalmente responsáveis. Além de relevante e atual, é um tema amplo, possibilitando inúmeras reflexões e novas abordagens. O presente artigo objetiva descrever os procedimentos para obtenção do Selo Casa Azul, apresentar um exemplo bem sucedido - projeto executado pela prefeitura do Rio de Janeiro - Comunidade Chapéu Mangueira/Babilônia. A pesquisa apresentada tem um caráter teórico, sendo classificada como empírica (tipo); exploratória (objetivos); bibliográfica, estudo de caso (técnica utilizada), fontes bibliográficas e pesquisa da pesquisa. Pretende-se divulgar procedimentos para obter uma certificação totalmente nacional. Desenvolvida para atender às necessidades da realidade brasileira, propondo benefícios aos envolvidos. Como exemplo, tem-se o projeto executado pela prefeitura do Rio de Janeiro - Comunidade Chapéu Mangueira/Babilônia. Os resultados mostram que ao investir neste tipo de projeto, as construtoras adquirem uma imagem mais positiva no mercado, demonstrando responsabilidade e consciência quanto às exigências dos tempos atuais. Ganha o meio ambiente, ao reduzirem as chances de desperdícios de recursos naturais; promove-se a melhor utilização dos mesmos. A sociedade terá a sua disposição, imóveis melhor preparados para utilizarem os recursos naturais, por conseguinte, redução dos custos de manutenção das residências e conforto ambiental para seus moradores.

Palavras-chave: Engenharia Civil. Certificação Sustentável. Selo Casa Azul.

ABSTRACT

The Casa Azul Seal, granted by Caixa, is a national sustainable certification, little known by construction entrepreneurs (public, private). This is one of the sectors that most impact the environment, requiring efforts to seek alternatives and new technologies. Their goal is to direct building projects making them socially and environmentally responsible. More than relevant and current, it is a broad topic, allowing many reflections and new approaches. This article aims to describe the procedures for obtaining Selo Casa Azul, present a successful example - project run by the city of Rio de Janeiro - Community Chapéu Mangueira / Babylon. The research presented has a theoretical character, classified as empirical (type); Exploratory (goals); literature, case study (used technique), bibliographic sources and survey research. The results show that by investing in this type of project, the builders acquire a more positive image in the market, demonstrating responsibility and awareness required now days. Futhermore, helps the environment by reducing the chances of natural resource waste;

[1] SANTOS, Aldreen Calábria Soares; MOTTA, A. Selo Casa Azul: engenharia civil e sustentabilidade, uma parceria que pode dar certo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

promoting the best use of them. Society will have at its disposal, properties better prepared to use natural resources, thus reducing maintenance costs of homes, and comfortable environment for its residents.

***Keywords**: Civil engineering. Sustainable certification. Casa Azul Seal.*

1 INTRODUÇÃO

Com a Revolução Industrial, a ideia era produzir e lucrar. Em meados do século XX, a preocupação é unir desenvolvimento com uso adequado dos recursos naturais. Essa linha de pensamento se prolifera em todo o globo, em todos os segmentos econômicos, em especial na construção civil.

"As grandes cidades brasileiras enfrentam um desafio proporcional ao seu tamanho: oferecer moradia digna a mais de cinco milhões de pessoas que vivem em habitações precárias" (PISANI e BRUNA, 2014).

Grünberg, Medeiros e Tavares (2014) informam que a realização das atividades da construção civil brasileira é responsável, juntamente, com as atividades de manutenção, por considerável parcela na emissão de CO_2. Sem mencionar que este seja o mais importante subproduto da fabricação de materiais de construção, incluindo recursos utilizados, efeitos da extração de matéria prima e beneficiamento.

O Selo Casa Azul surge com a finalidade de reconhecer projetos imobiliários que contribuam para "redução de impactos ambientais, [por meio de] critérios vinculados aos temas: qualidade urbana, projeto e conforto, eficiência energética, conservação dos recursos materiais, gestão de água e práticas sociais" (PISANI e BRUNA, 2014).

Este artigo tem por objetivo divulgar os procedimentos para obtenção do Selo Casa Azul, apresentar um projeto executado pela prefeitura do Rio de Janeiro/RJ. Este propiciou a retirada de dezesseis famílias da Comunidade Chapéu Mangueira/Babilônia de uma área, determinada como preservação ambiental por especialistas, a qual apresentava riscos para ocupação. Foram essenciais novas técnicas que viabilizassem a habitação no local. As famílias foram direcionadas a uma edificação sustentável, melhor preparada para atender às necessidades de seus moradores. Este artigo é resultado de parte de uma pesquisa detalhada sobre sustentabilidade e construção civil, objetivando gerar uma dissertação sobre o Selo Casa Azul e suas contribuições para o setor.

2 SELO CASA AZUL: INCENTIVANDO A CONSTRUÇAO SUSTENTÁVEL

2.1 Contextualizando o surgimento do Selo Casa Azul

Dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, adaptar velhas práticas produtivas à realidade atual tem-se mostrado um grande desafio. "Aplicar tal conceito [...] é buscar em cada atividade formas de diminuir o impacto ambiental e aumentar a justiça social dentro do orçamento disponível." (JOHN *et al.*, 2010).

Nesse contexto, a construção civil é uma atividade com forte impacto ambiental no país. Segundo Degani (2010), o maior desafio é preservar o meio ambiente, suprimindo o déficit habitacional e questões relacionadas à infraestrutura.

Por um lado a Confederação Nacional da Indústria (2014) informou que a indústria da construção civil brasileira corresponde a 22% do PIB Industrial, por outro, esta sofre um "prejuízo de 19 bilhões de reais por ano, devido à ineficiência de sua cadeia produtiva" (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, 2014).

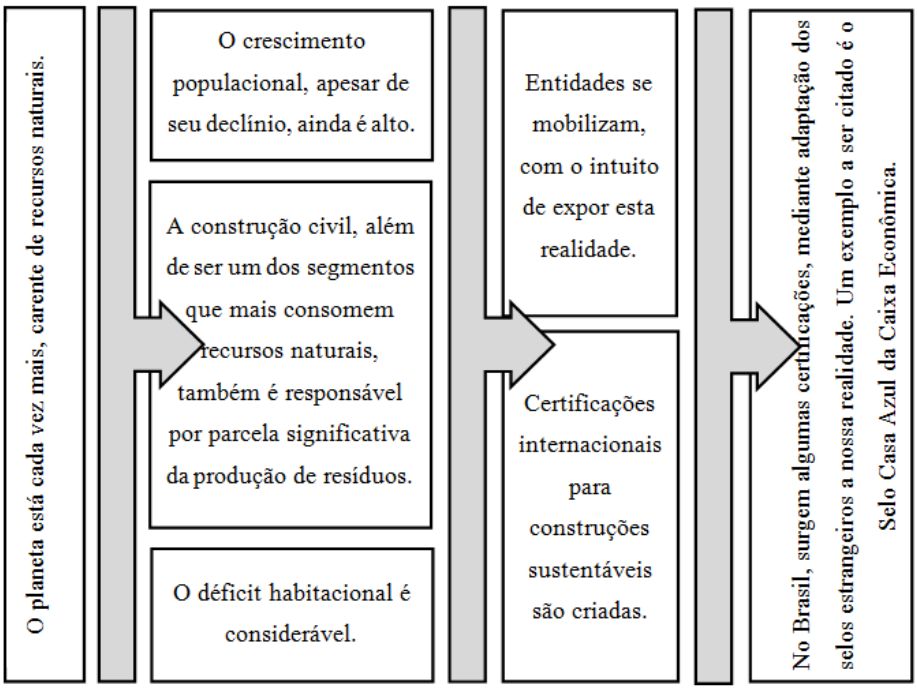
Grünberg, Medeiros e Tavares (2014) expõem a necessidade de mudanças no setor da construção civil, para se adequar às agendas de sustentabilidade, e o desenvolvimento de métodos avaliativos dos impactos ambientais das edificações.

> A grande dificuldade de implementar metodologias internacionais de avaliação ambiental no Brasil é seu atendimento nos itens de avaliação, visto que muitos pontos são relativos às características construtivas do país de origem (RODRIGUES *et al.*, 2010).

Para combater essa dificuldade foi criado o Selo Casa Azul. Conforme Castro Filho (2013), a certificação objetiva apresentar um sistema de classificação de projetos ofertados no Brasil, no que tange à sustentabilidade adaptados à realidade nacional.

A Figura 1 mostra o contexto que propiciou a criação do Selo Casa Azul.

Figura 1 - Contexto de criação do Selo Casa Azul



Fonte: Os autores

2.2 Conhecendo o Selo Casa Azul, suas categorias e níveis de gradação

A engenharia civil, responsável pela área construída da qual se beneficia a

sociedade, responde por parcela considerável na produção de resíduos, poluentes e erosão.

> O Selo Casa Azul é uma classificação socioambiental dos projetos de conjuntos habitacionais financiados pela CAIXA, com o objetivo de identificar os projetos que adotam soluções mais sustentáveis em várias fases do ciclo de vida: projeto, construção, uso, ocupação e manutenção dos edifícios (PISANI e ZEIN, 2014).

John *et al.* (2010) indicam o Selo Casa Azul como promotor da adoção de práticas adequadas quanto ao uso dos recursos naturais em empreendimentos imobiliários; auxilia redução de custos na manutenção; proporcionando maior difusão das ideias e vantagens quanto às edificações sustentáveis.

> [...] para uma habitação mais sustentável, é necessário aproveitar ao máximo as condições bioclimáticas regionais; seus aspectos geográficos, [buscando a] manutenção de áreas permeáveis, arborizadas, promover a gestão de resíduos, uso eficiente de água e energia. A certificação é uma forma de incentivar a adoção de práticas de sustentabilidade na construção civil, nas obras financiadas pelo Banco. (BRUNA, 2014).

O Quadro 1 descreve informações referentes às categorias contempladas pelo Selo Casa Azul.

Quadro 1 - Categorias do Selo Casa Azul

Qualidade Urbana	**A primeira etapa do planejamento do empreendimento. Trata-se da escolha adequada do local com: integração da habitação com a cidade e atendimento às necessidades dos futuros moradores**
Projeto e Conforto	Aspectos relacionados ao planejamento e à concepção do projeto do empreendimento: adaptação às condições climáticas; adaptação às características físicas e geográficas do local e do terreno; e previsão de espaços destinados a usos e fins específicos.
Eficiência Energética	Medidas para tornar o uso e operação das edificações mais eficientes com relação à conservação de energia: equipamentos mais eficientes; fontes alternativas de energia; dispositivos economizadores.
Conservação de Recursos Materiais	Avalia o uso racional de materiais de construção; define ações para evitar o desperdício e reduzir a quantidade de resíduos de obra; incentiva o uso de madeira plantada ou certificada.
Gestão da Água	Avalia aspectos relacionados à redução do consumo de água, por meio do uso de dispositivos economizadores e gestão do uso da água no edifício.
Práticas Sociais	Busca promover a sustentabilidade do empreendimento por meio de ações que envolvam: empreendedores; construtoras; trabalhadores; moradores do entorno e futuros moradores.

Fonte: Castro Filho, 2013

Ao adotar as categorias, promove-se "uma economia substancial de

recursos naturais contribuindo não apenas para a manutenção do equilíbrio ambiental como também na redução de gastos" (MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, 2015).

John *et al.* (2010) apontam seis critérios, de modo que o candidato possa orientar suas atividades de modo responsável. Aquele que tiver por intuito certificar o seu empreendimento, deverá cumprir alguns requisitos.

Os Quadros 2 e 3 apresentam todos os requisitos em cada categoria, a indicação dos critérios obrigatórios e os de livre escolha.

Quadro 2 - Quadro resumo: categorias, critérios e classificação (parte 1)

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	**CLASSIFICAÇÃO**		
1. QUALIDADE URBANA	**BRONZE**	**PRATA**	**OURO**
1.1 Qualidade do Entorno - Infraestrutura	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
1.2 Qualidade do Entorno - Impactos	obrigatório		
1.3 Melhorias no Entorno			
1.4 Recuperação de Áreas Degradadas			
1.5 Reabilitação de Imóveis			
2. PROJETO E CONFORTO			
2.1 Paisagismo	obrigatório		
2.2 Flexibilidade de Projeto			
2.3 Relação com a Vizinhança			
2.4 Solução Alternativa de Transporte			
2.5 Local para Coleta Seletiva	obrigatório		
2.6 Equipamentos de Lazer, Sociais e Esportivos	obrigatório		
2.7 Desempenho Térmico - Vedações	obrigatório		
2.8 Desempenho Térmico - Orientação ao Sol e Ventos	obrigatório		
2.9 Iluminação Natural de Áreas Comuns			
2.10 Ventilação e Iluminação Natural de Banheiros			
2.11 Adequação às Condições Físicas do Terreno			
3. EFICIÊNCIA ENERGÉTICA			
3.1 Lâmpadas de Baixo Consumo - Áreas Privativas	obrigatório p/ HIS - até 3 s.m.		
3.2 Dispositivos Economizadores - Áreas Comuns	obrigatório		
3.3 Sistema de Aquecimento Solar			
3.4 Sistemas de Aquecimento à Gás			
3.5 Medição Individualizada - Gás	obrigatório		
3.6 Elevadores Eficientes			
3.7 Eletrodomésticos Eficientes			
3.8 Fontes Alternativas de Energia			
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS			
4.1 Coordenação Modular			
4.2 Qualidade de Materiais e Componentes	obrigatório		
4.3 Componentes Industrializados ou Pré-fabricados			
4.4 Formas e Escoras Reutilizáveis	obrigatório		

Fonte: Jonh *et al.*, 2010

Quadro 3 - Quadro resumo: categorias, critérios e classificação (parte 2)

QUADRO RESUMO – CATEGORIAS, CRITÉRIOS E CLASSIFICAÇÃO			
CATEGORIAS/CRITÉRIOS	CLASSIFICAÇÃO		
4. CONSERVAÇÃO DE RECURSOS MATERIAIS	BRONZE	PRATA	OURO
4.5 Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD)	obrigatório		
4.6 Concreto com Dosagem Otimizada			
4.7 Cimento de Alto-Forno (CPIII) e Pozolânico (CP IV)			
4.8 Pavimentação com RCD			
4.9 Facilidade de Manutenção da Fachada			
4.10 Madeira Plantada ou Certificada			
5. GESTÃO DA ÁGUA			
5.1 Medição Individualizada - Água	obrigatório		
5.2 Dispositivos Economizadores - Sistema de Descarga	obrigatório		
5.3 Dispositivos Economizadores - Arejadores			
5.4 Dispositivos Economizadores - Registro Regulador de Vazão			
5.5 Aproveitamento de Águas Pluviais			
5.6 Retenção de Águas Pluviais			
5.7 Infiltração de Águas Pluviais			
5.8 Áreas Permeáveis	obrigatório		
6. PRÁTICAS SOCIAIS			
6.1 Educação para a Gestão de RCD	obrigatório	critérios obrigatórios + 6 itens de livre escolha	critérios obrigatórios + 12 itens de livre escolha
6.2 Educação Ambiental dos Empregados	obrigatório		
6.3 Desenvolvimento Pessoal dos Empregados			
6.4 Capacitação Profissional dos Empregados			
6.5 Inclusão de trabalhadores locais			
6.6 Participação da Comunidade na Elaboração do Projeto			
6.7 Orientação aos Moradores	obrigatório		
6.8 Educação Ambiental dos Moradores			
6.9 Capacitação para Gestão do Empreendimento			
6.10 Ações para Mitigação de Riscos Sociais			
6.11 Ações para a Geração de Emprego e Renda			

Fonte: Jonh *et al.*, 2010

John *et al.* (2010) indicam aos empreendedores que busquem a certificação cumprindo os requisitos, vindo a concorrer a três níveis de gradação. São eles:

- Bronze: critérios obrigatórios;
- Prata: critérios obrigatórios e mais 06 critérios de livre escolha;
- Ouro: critérios obrigatórios e mais 12 critérios de livre escolha.

"Sendo o nível Bronze o menos exigente, impondo apenas o cumprimento dos itens obrigatórios. Possui uma regra de inscrição diferenciada, baseada no valor de avaliação da unidade habitacional" (PIMENTEL, 2013).

No Quadro 4, são apresentados os valores máximos, seguidos das localidades vinculadas, para solicitações visando a gradação nível Bronze. "Caso o projeto ultrapasse os referidos custos, o mesmo deverá enquadrar-se, no mínimo, no nível Prata" (JOHN *et al.*, 2010).

Quadro 4 - Limites de valor e localidades - Selo Casa Azul (Nível Bronze)

Localidades	**Valor de avaliação - unidade habitacional**
• Distrito Federal • Cidades de São Paulo e Rio de Janeiro • Municípios com população igual/superior a 1 milhão de habitantes - regiões metropolitanas dos Estados de SP e RJ	Até R$ 130.000,00
• Municípios com população igual/superior a 250 mil habitantes • Região Integrada do Distrito Federal, entorno nas demais regiões metropolitanas e nos municípios em situação de conurbação com as capitais estaduais (exceto RJ e SP)	Até R$ 100.000,00
• Demais municípios	Até R$ 80.000,00

Fonte: Jonh *et al.*, 2010

2.3 Procedimentos para a concessão do Selo Casa Azul

A certificação propõe solução a muitos questionamentos, haja vista que estes promovem a construção de unidades habitacionais sustentáveis.

> Como funciona o Selo Casa Azul? O proponente interessado se compromete a atender aos critérios estabelecidos para as categorias, apresenta a documentação para análise, o projeto será classificado de acordo com os critérios atendidos e [mediante o] acompanhamento das obras e serviços (MOTTA, 2012).

John *et al.* (2010) informam que para a concessão realizar-se-ão alguns procedimentos. A **entrega de documentos** para a análise, conforme os modelos concedidos pela entidade, assinados pelo responsável técnico e representante legal; sendo garantida a instituição o direito de solicitar outros documentos, se necessário.

> [São necessários os documentos:] aprovação do projeto pela Prefeitura, órgãos ambientais, concessionárias de água, esgoto, energia; cumprir regras dos programas/linhas de financiamento; apresentar documentos exigidos; atendimento à Ação Madeira Legal (inclusive repasse) (MOTTA, 2012).

John *et al.* (2010) indicam que a **verificação dos critérios** será outorgada mediante análise do projeto, bem como a definição do nível de gradação. Para concluir a **concessão do selo**, a Caixa fornecerá material de apoio e orientações quanto ao correto preenchimento dos formulários. Fará a análise do projeto e, emitirá certificado de concessão. Vale mencionar que a concessão não terá custos para o proponente. Contudo, existe a cobrança de taxa de análise técnica, recolhida no momento da entrega dos documentos. Este cálculo tem por base o apresentado abaixo, de modo que não extrapole o valor limite de R$ 328,00 (Trezentos e vinte e oito reais).

Cálculo:

Taxa = 40,00 + 7 (n-1)

Sendo: n = número de unidades habitacionais

No Quadro 5, encontram-se os projetos certificados pelo Selo Casa Azul: proponentes, local de construção, nível de gradação e quantos critérios foram atendidos em cada um deles.

Quadro 5 - Empreendimentos certificados pelo Selo Casa Azul (Início)

Nome do Empreendimento	**Unid**	**Proponente**	**Local**	**Nível**	**Critérios**
Residencial Bonelli	45	Construtora Rogga	Joinville/SC	Ouro	32
Condomínio E e G - Paraisópolis	117	Prefeitura de São Paulo	São Paulo/SP	Ouro	39
Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia[2]	16	Prefeitura do Rio de Janeiro	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	32
Ville Barcelona	32	Construtora PRECON	Betim/MG	Prata	29
Residencial Guaratinguetá	35	Construtora Bairro Novo	Santo André/SP	Ouro	35
Residencial Parque Jequitibá	62	Construtora Mazzini Gomes	Vitória/ES	Ouro	33
Jardins Mangueiral	2514	Construtora Bairro Novo	Brasília/DF	Ouro	32
Residencial Brahma	131	Construtora Viana e Moura	Garanhuns/PE	Ouro	29
Vila dos Atletas - Condomínio 1	476	Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	31
Vila dos Atletas - Condomínio 2	408	Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	31
Vila dos Atletas - Condomínio 3	544	Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	31
Vila dos Atletas - Condomínio 5 - 680 UH	680	Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	31
Vila dos Atletas - Condomínio 7	544	Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	31
Vila dos Atletas - Condomínio 9	408	Ilha Pura Empreendimentos Imobiliários	Rio de Janeiro/RJ	Ouro	31

Fonte: Quinto, 2013; Quinto e Motta, 2015

[2] Coordenação de Planejamento e Projetos, da Secretaria Municipal de Habitação do Rio de Janeiro, informou a conclusão do projeto em março/2013, como parte integrante dos projetos de urbanização das comunidades Chapéu Mangueira/Babilônia, denominado Morar Carioca. As unidades habitacionais estão ocupadas por moradores atingidos pelas obras de urbanização no local.

Quadro 5 - Empreendimentos certificados pelo Selo Casa Azul (Final)

Nome do Empreendimento	Unid	Proponente	Local	Nível	Critérios
Residencial Diamante do Lago	180	JP Arquitetura e Construção	Palmas/TO	Prata	24
Residencial Perola da Pedra	80	VITA Construtora	Palhoça/SC	Ouro	36
Edifício Arthe Azul	24	TheEng Empreendimentos	Teresina/PI	Ouro	31
Bela Cintra	112	Even Construtora e Incorporadora	São Paulo/SP	Ouro	31

Fonte: Quinto, 2013; Quinto e Motta, 2015

Cabe destacar, a adoção do Selo Casa Azul é voluntária, implicado em menores taxas de financiamento. Segundo Benevides (2012), são:

- Apoio à produção - Recursos SBPE/Residencial: Taxa normal: 9,92%, Selo Casa Azul (nível prata ou ouro): 8,80%
- Financiamento à produção - MPE/Residencial SBPE: Taxa normal: 11,50%, Selo Casa Azul (nível prata ou ouro): 9,30%
- Plano Empresa da Construção Civil (PEC) - Residencial SBPE: Taxa normal: 10,30%, Selo Casa Azul (nível prata ou ouro): 8,80%

3 METODOLOGIA

A pesquisa realizada apresenta um caráter teórico, valendo-se de inúmeros conceitos e definições, muitas vezes, ponto de partida para discorrer sobre os assuntos abordados ao longo deste artigo. Pode ser classificada por empírica visto que faz uso de cartilhas, material informativo publicado por órgãos governamentais, entidades de classe, voltados para construção civil.

Apresenta uma natureza exploratória, uma vez que se caracteriza por sua amplitude, propicia maior divulgação e conhecimento acerca do Selo Casa Azul, descrevendo procedimentos e fases do processo para obtenção do mesmo.

A pesquisa bibliográfica consistiu em: (i) pesquisar na base de dados da CAPES, utilizando palavras chaves como: construção civil, sustentabilidade, certificações sustentáveis, Selo Casa Azul (reuniu-se considerável número de trabalhos científicos); (ii) através da leitura dos mesmos foi feita uma seleção dos mais relevantes e atuais, compreendidos no período entre 2010-2015.

Para completar a pesquisa bibliográfica, a Caixa Econômica cedeu inúmeros documentos e cartilhas: materiais significativos que embasaram consideravelmente este trabalho.

A pesquisa realizada pode ser classificada como um estudo de caso, haja vista o número reduzido de projetos certificados pelo Selo Casa Azul da Caixa (dezoito empreendimentos, ao todo), vide Quadro 5.

As informações coletadas na pesquisa reuniram uma gama de materiais fornecidos pela Caixa Econômica, Prefeitura do Rio de Janeiro, entre outras

organizações envolvidas, visando reunir o máximo de informações a respeito do Selo Casa Azul, e procedimentos para sua concessão.

Posteriormente, em uma nova etapa, foi realizada uma entrevista estruturada com o arquiteto responsável pela elaboração do projeto Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia, executado pela prefeitura do Rio de Janeiro/RJ, e membros da Gerência de Terras. Por fim, uma visita técnica ao empreendimento imobiliário possibilitou observar as especificidades exigidas pela certificação, presentes no projeto.

4 A EXPERIÊNCIA NO CHAPÉU MANGUEIRA/BABILÔNIA

Ao idealizar o projeto Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia, não se objetivava a certificação Selo Casa Azul. Toda a urbanização está centrada em um programa do governo municipal do Rio de Janeiro/RJ, conhecido Morar Carioca de Urbanização Sustentável. Neste, contempla-se, entre outros, o projeto Morar Carioca Verde. O empreendimento fora planejado com base nas diretrizes da sustentabilidade, desde o início. Com a adoção do Selo Casa Azul, foram necessárias algumas adequações, de modo que o projeto se enquadrasse em determinados requisitos (informação verbal) [3].

A escolha das famílias foi de responsabilidade da Gerência de Terras, por se tratar de questões fundiárias; contatar as famílias e identificar quais desejariam receber: indenização (devido a desapropriação a ser realizada), nova unidade habitacional ou auxílio aluguel. Mensurar quantas famílias seriam reassentadas, devido ao projeto ou por ocuparem áreas de risco, de preservação ambiental. Notadamente, no Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia, as pessoas que residiam neste local onde foi erigido, estavam em área de risco e preservação ambiental. Assim, foram deslocadas até a conclusão da obra. A Gerência de Terras preparou documentação necessária, regularizando a situação das famílias. Neste caso específico, não foi exigida contrapartida e, após cinco anos da entrega, o imóvel deixa de pertencer a prefeitura carioca e passa a ser propriedade de seus moradores, oficialmente (informação verbal) [4].

Além da Caixa, a Prefeitura fez parcerias com outras entidades, como o grupo GIZ (instituto alemão ligado ao Ministério do Meio Ambiente, atuante em vários países, no fornecimento de tecnologias para a produção de placas solares). O projeto desenvolvido na Comunidade Chapéu Mangueira/Babilônia exigia algumas especificidades e para isso, foram necessárias algumas consultorias externas. A certificação impõe algumas exigências, como Selo PROCEL, eficiência energética, fornecedores ambientalmente responsáveis (informação verbal) [5].

A Figura 1 apresenta três imagens: projeto idealizado, localidade na qual foi construído o empreendimento (antes e depois).

[3] Entrevista com o Sr Flávio Teixeira, arquiteto responsável pelo projeto Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia, em 22.11.2013, Rio de Janeiro.

[4] Idem

[5] Idem

Figura 1 - Fachada do Ed HAB2 Chapéu Mangueira/Babilônia



Fonte: Benevides, 2012; Arquitraço, 2015 e Arquivo Pessoal

O empreendimento contemplou 32 critérios, conferindo-lhe o nível Ouro. O Quadro 6 apresenta as categorias e cada um dos critérios (obrigatórios e eletivos) atendidos.

Quadro 6 - Síntese de categorias e critérios atendidos: Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia (Início)

Categorias	**Critérios**
Qualidade Urbana	• Obrigatórios: Qualidade do entorno (infraestrutura e impactos); • Eletivos: Melhoria no entorno, recuperação de áreas degradadas.
Projeto e conforto	• Obrigatórios: Paisagismo, local para coleta seletiva, equipamentos de lazer, sociais e esportivos, desempenho térmico (vedações, orientações ao sol e ventos); • Eletivos: Iluminação natural de áreas comuns, ventilação e iluminação natural de banheiros, adequação às condições físicas do terreno.
Gestão da água	• Obrigatórios: Medição individualizada da água, dispositivos economizadores (sistema de descarga); • Eletivos: Dispositivos economizadores (arejadores), aproveitamento de águas pluviais.

Fonte: Quinto e Motta, 2015

Quadro 6 - Síntese de categorias e critérios atendidos: Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia (Final)

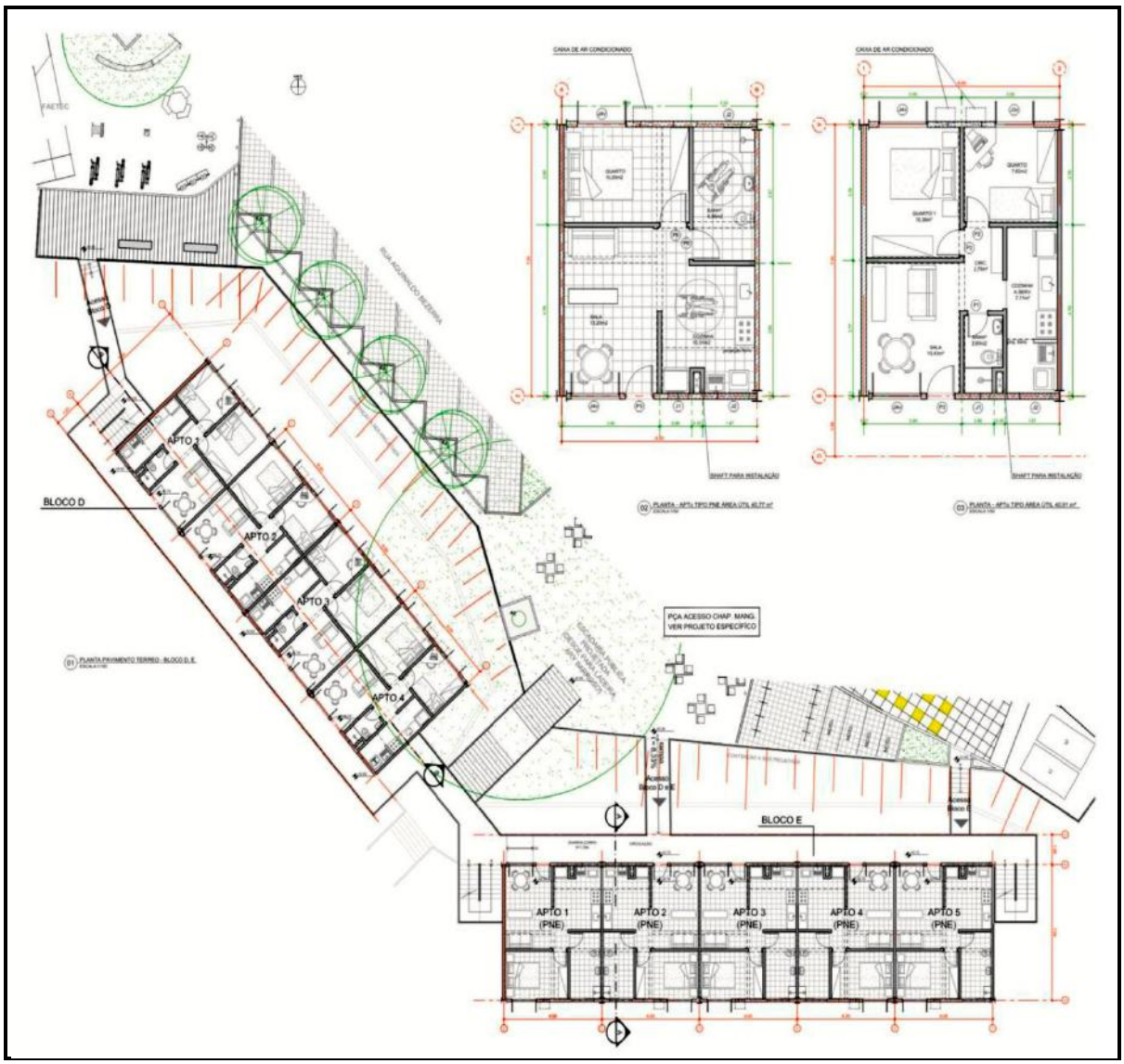
Categorias	**Critérios**
Eficiência energética	• Obrigatórios: Lâmpadas de baixo consumo (áreas privativas), dispositivos economizadores (áreas comuns), medição individualizada de gás; • Eletivos: Sistema de aquecimento solar.
Conservação do recursos materiais	• Obrigatórios: Qualidade de materiais e componentes, formas e escoras reutilizáveis, gestão de resíduos de construção de demolição (RCD); • Eletivos: Modulação de projetos, componentes industrializados ou pré-fabricados, facilidade de manutenção da fachada.
Gestão da água	• Obrigatórios: Medição individualizada da água, dispositivos economizadores (sistema de descarga); • Eletivos: Dispositivos economizadores (arejadores), aproveitamento de águas pluviais.
Práticas sociais	• Obrigatórios: Educação para a Gestão de Resíduos de Construção e Demolição (RCD), educação Ambiental dos Empregados, orientação aos moradores; • Eletivos: Inclusão de trabalhadores locais, educação ambiental dos moradores, capacitação para gestão do empreendimento.

Fonte: Quinto e Motta, 2015

De acordo com a Prefeitura do Rio de Janeiro (2012), é um projeto piloto comprometido com o desenvolvimento sustentável, adoção de novas tecnologias e apresenta alguns compromissos: **Infraestrutura** - 100% obras de retaguarda, redes de esgoto e drenagem, criação de um Centro Cívico da Babilônia (área de lazer); **Acessibilidade** - via de serviço (trecho1), reurbanização da Ladeira Ary Barroso; **Edificações -** 16 unidades habitacionais certificadas: estrutura metálica, vedação - externa com placa cimentícia e interna em bloco celular, implantação de sistema SISTEG - tratamento do esgoto por gravidade (reuso da água para limpeza urbana), aquecimento dos chuveiros com sistema de placa solar, medidores individuais de água, eficiência energética (lâmpadas LED); melhorias habitacionais (em torno de 20 edificações ao longo do trecho 1 da via de serviço).

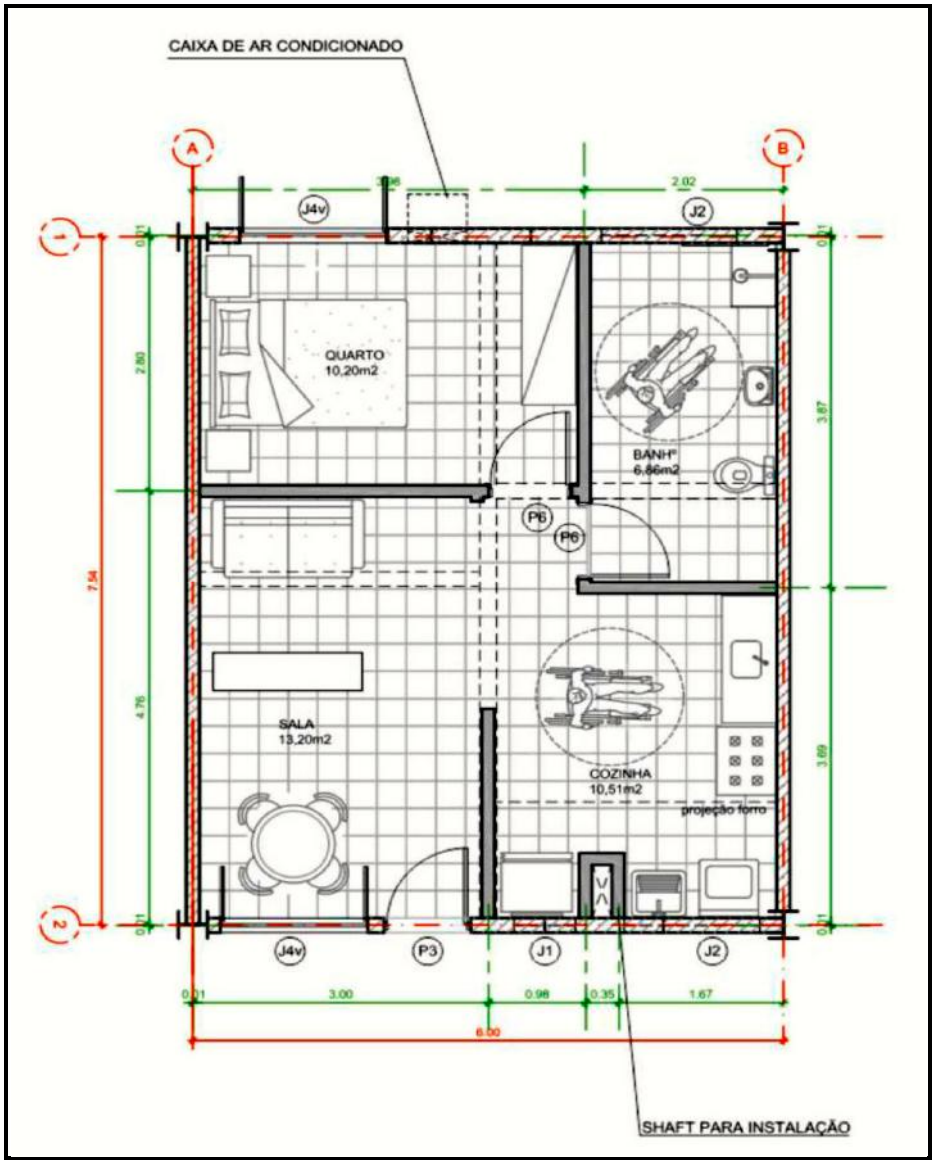
Nas Figuras 2 e 3, observam-se as plantas baixas da edificação, Pavimento Térreo e Unidade PNE, respectivamente.

Figura 2 - Planta Baixa (Pavimento Térreo HAB1)



Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro

Figura 3 - Planta Baixa (PNE)



Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro

Observe o Quadro 7, outras iniciativas sustentáveis que compõem o projeto Ed. HAB2 Chapéu Mangueira/Babilônia.

Quadro 7 - Outras iniciativas sustentáveis (Início)

Tópicos	**Descrição**
Áreas verdes	• Recuperação das Áreas de Preservação Ambiental (APA) • Aumento da cobertura vegetal • Reflorestamento • Contenção de jardins verticais • Microjardinagem

Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro

Quadro 7 - Outras iniciativas sustentáveis (Final)

Tópicos	**Descrição**
Segurança e saúde	• Saneamento ambiental • Gestão de resíduos • Coleta seletiva • Ecoponto
Controle urbano	• Controle de expansão urbana (POUSO) • Monitoramento da APA • Construção de Via Limite
Redução emissões	• Materiais alternativos de baixa emissão • Piso plástico reciclado ou drenantes • Bueiros em plástico reciclado
Redução consumo	• Equipamentos de menor consumo energético • Melhoria do conforto térmico • Melhorias habitacionais
Redução de resíduos	• Construção limpa • Reuso de material de demolição
Economia local	• Construção de dois centros comerciais • Incentivo Turismo Ecológico • Construção centro cultural

Fonte: Prefeitura do Rio de Janeiro

5 CONCLUSÕES

O Selo Casa Azul é uma certificação nacional focada em habitações sustentáveis, direcionada à realidade brasileira, buscando atingir, principalmente, a população de baixa renda. Considerando que as linhas de financiamento beneficiam empreendedores e famílias, principalmente, as carentes que vivem em áreas de risco ou preservação ambiental, terão maiores oportunidades em adquirir sua casa própria.

O maior desafio encontra-se na disseminação do conceito da sustentabilidade e, principalmente, na quebra de paradigmas, fazendo com que o empreendedor da construção civil perceba um nicho de mercado que se descortina à frente dele.

Habitações Sustentáveis exigem maiores investimentos, mas em longo prazo, implicam em economia de manutenção e conservação. Ao equilibrar custos de produção das unidades habitacionais sustentáveis, paralelamente, a financiamentos com taxas reduzidas, pode-se criar um sistema, de alta lucratividade para os atores envolvidos.

Ed. HAB2 - Chapéu Mangueira/Babilônia é um dos projetos certificados, mas há muito a ser analisado. Em especial, a adaptação dos moradores às novas residências, bem como avaliação periódica dos custos de manutenção, mensurando mais adequadamente, os ganhos advindos com a certificação.

Contudo, por ser um assunto novo, não existe no mercado um relatório no qual sejam especificados tais custos, assim como o retorno obtido, ao longo do tempo.

Tal estudo representará forte argumentação, objetivando a adesão de mais empreendedores (públicos e privados) à ideia de que construções sustentáveis são possíveis, lucrativas e, até direcioná-los para um nicho de mercado pouco explorado: famílias de baixa renda.

O Selo Casa Azul vem ao encontro de toda essa ideia. É uma adaptação desta nova realidade no ambiente da construção civil, mais adequada àquela vivenciada no país.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Fluminense, em especial, aos integrantes do Programa Pós-Graduação em Engenharia Civil: coordenação, professores e funcionários. À Caixa Econômica, representada pelas equipes de Assessoria de Imprensa e Gerência Nacional de Sustentabilidade e Responsabilidade Socioambiental, através das Sras Sandra Cristina Bertoni Serna Quinto, Mara Luisa Alvim Motta e o Sr Carlos Abrantes Silva por concederem informações que embasaram este trabalho.

REFERÊNCIAS

ARQUITRAÇO. **Babilônia Chapéu Mangueira.** Disponível em: <http://www.arquitraco.com.br/#/projeto> Acesso em 28 mar. 2015

BENEVIDES, Jean Rodrigues. Experiências na implantação do Selo Azul em projetos habitacionais de interesse social. In: 84º ENCONTRO NACIONAL DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO, Belo Horizonte, 2012. **Tópicos temáticos...** Belo Horizonte: GN Meio Ambiente, 2012.

BRUNA, Gilda Collet. Habitação Social: um passo da sustentabilidade. In: III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Arquitetura, Cidade e Projeto: uma construção coletiva, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANPARQ, 2014. p. 01-18.

CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **País mais eficiente, país mais justo.** Brasília: Strategy & Fomely Booz & Company, 2014.

CASTRO FILHO, Hélio Antônio Rossi de. **Percepção de empresas construtoras em relação aos programas de classificação da sustentabilidade de projetos de construção habitacional:** um estudo de caso Selo Casa Azul Caixa. Porto Alegre/RS: UFRS, 2013.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. Sondagem Indústria da Construção. In: 86º Encontro Nacional da Construção, 2014, Goiânia. **Tópicos temáticos...** Goiânia: CNI, 2014.

DEGANI, C. M. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas.** São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2010.

GRÜNBERG, Paula Regina Mendes; MEDEIROS, Marcelo Henrique Farias de; TAVARES, Sérgio Fernando. Certificação Ambiental de Habitações: comparação entre LEED for Homes, Processo Acqua e Selo Casa Azul. **Sociedade & Ambiente**. São Paulo, v. 17, n. 2, p. 195-214, Abr.-Jun. 2014.

JOHN, Vanderley Moacyr *et al*. **Selo Casa Azul:** boas práticas para habitação mais sustentável. São Paulo: Páginas & Letras - Editora e Gráfica, 2010.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Construções sustentáveis.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/component/k2/item/10317-eixos-tem%C3%A1ticos-constru%C3%A7%C3%B5es-sustent%C3%A1veis> Acesso em: 22 mar. 2015.

MOTTA, Mara Luisa Alvim. **Selo Casa Azul Caixa.** São Paulo: Oficina Sindiscon, 2012.

PIMENTEL, Gabriel Meliga. **Análise comparativa da certificação de construção sustentável LEED-NC e do Selo Casa Azul da Caixa.** Niterói/RJ: UFF, 2013.

PISANI, Maria Augusta Justi; BRUNA, Gilda Collet. Projetos sustentáveis na urbanização de favela em São Paulo: os conjuntos do arquiteto Edson Elito em Paraisópolis. In: I CONGRESO INTERNACIONAL DE VIVIENDA COLECTIVA SOSTENIBLE, Barcelona, 2014, **Anais...** Barcelona: Máster Laboratorio de la Vivienda Sostenible del Siglo XXI, 2014. p. 19-29.

PISANI, Maria Augusta Justi; ZEIN, Lígia Verde. Habitação Social Brasileira no século XXI: quantidade x qualidade. In: III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo - Arquitetura, Cidade e Projeto: uma construção coletiva, 2014, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ANPARQ, 2014. p. 01-18.

PREFEITURA DO RIO DE JANEIRO. **Relatório de Empreendimento Candidato ao Selo Casa Azul – Unidades Habitacionais.** Rio de Janeiro, 2012.

QUINTO, Sandra Cristina Bertoni Serna. **Informações atuais sobre o Selo Azul.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <gersa02@caixa.gov.br> em: 27 set. 2013.

QUINTO, Sandra Cristina Bertoni Serna; MOTTA, Mara Luisa Alvim. **Selo Casa Azul.** [mensagem pessoal]. Mensagem recebida por: <gersa02@caixa.gov.br> em: 23 set. 2015.

RODRIGUES, Monique Cordeiro *et al.*. A aplicação da ferramenta de certificação LEED para avaliação de edifícios sustentáveis no Brasil. In: Congresso Latino-Americano da Construção Metálica, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira da Construção Metálica, 2010. P. 01-13

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ECOPARQUES TECNOLÓGICOS: CARACTERIZAÇÃO E PRINCIPAIS ESTRATÉGIAS SUSTENTÁVEIS A SEREM ADOTADAS[1]

SALVADOR, Douglas Santos (1); SILVA, Ricardo Siloto da (2)

(1) UFSCAR, e-mail: douglasalvador@ig.com.br; (2) UFSCAR, e-mail: rss@ufscar.br

RESUMO

Parques Tecnológicos têm como objetivo principal a promoção da inovação através dos seus elementos, tais como empresas de alta tecnologia, universidades e incubadoras. São reconhecidos como instrumentos para a inovação tecnológica. Entretanto podem gerar impactos ambientais negativos se concebidos com projetos que não estejam em consonância com o desenvolvimento sustentável. Neste contexto surgem os ecoparques tecnológicos que são desenvolvidos a partir de soluções com um forte desempenho ambiental. O presente estudo tem como objetivo caracterizar o que é um ecoparque tecnológico e identificar quais as principais estratégias que apontem para uma maior sustentabilidade ambiental a serem adotadas. Para tal foram analisadas as variáveis recursos naturais, clima, energia e resíduos nos seguintes empreendimentos: Parque Científico e Tecnológico para o meio ambiente na Itália; Parque Tecnológico e Logístico em Vigo e Parque Tecnológico de Biscaia, ambos na Espanha. Espera-se com isto, contribuir na caracterização de ecoparques tecnológicos, pois é uma grande oportunidade para o Brasil, onde o tema é considerado uma experiência recente. Este trabalho se insere em uma pesquisa mais ampla, de abrangência internacional, intitulada "Ecoinovação em Smart Parks. Análises de metodologias e estratégias sustentáveis para promover a simbiose industrial, urbana e agrícola no Brasil e na Espanha".

Palavras-chave: Ecoparque Tecnológico. Estratégias Sustentáveis. Desenvolvimento Sustentável.

ABSTRACT

Technological parks have as main objective the promotion of innovation through its elements, such as high-tech companies, universities and incubators. They are recognized as strategic tools for technological innovation. However they can also generate negative environmental impacts are designed with projects that are not with sustainable development. In this context the eco technology parks arise that are developed from solutions with a strong environmental performance. This study aims to characterize what is an eco technological park and identify the strategies that to greater environmental sustainability to be adopted. For this were analyzed the variables resources, climate, energy and waste in the following entrerprises: Science and Technology Park to the environment in Italy; Technological and Logistic Park in Vigo and Technology Park of Biscay, both in Spain. It is hoped that this, contribute to the characterization of eco technology parks, it is a great opportunity for Brazil, where the theme is considered a recent experience. This work is part of a broader investigation of international scope entitled "Eco-innovation in Smart Parks. Analysis

[1] SALVADOR, Douglas Santos; SILVA, Ricardo Siloto da. Ecoparques tecnológicos: caracterização e principais estratégias sustentáveis a serem adotadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

methodologies and sustainable strategies to promote industrial symbiosis, urban and agricultural in Brazil and Spain".

***Keywords**: Eco Technology Parks. Sustainable Strategies. Sustainable Development.*

1 INTRODUÇÃO

Parques Tecnológicos têm como características básicas a união de diversas empresas em um mesmo local, buscando a promoção da ciência, tecnologia e inovação, dentro, ao lado ou em uma área próxima a um campus de universidade ou centro de pesquisa. (SDECT,2013).

Têm obtido reconhecimento como instrumentos estratégicos para a inovação tecnológica, a partir da verificação das diversas experiências internacionais e brasileiras implantadas, embora no Brasil seja considerada uma experiência recente com um desenvolvimento, notadamente nas regiões Sul e Sudeste, intensificado a partir da década de 1990.

Os estudos sobre a formação deste conceito datam do final dos anos 1960 (JUDICE;MACULAN;VEDOVELLO,2006) e vem ao longo do tempo evoluindo através da observação e avaliação dos resultados das experiências práticas.

Considera-se a origem do conceito "parques científicos e/ou tecnológicos", para sua posterior formulação e evolução, as experiências autônomas decorrentes do adensamento espacial do Vale do Silício e da Rota 128, ambas nos Estados Unidos da América e de grande êxito tecnológico, no período entre o final dos anos 1940 e o início dos 1960.

Podem-se considerar duas fases diferentes sob o ponto de vista conceitual para estes empreendimentos: a fase inicial "histórica" – dos anos 1960 a meados dos anos 1990 – e a fase "contemporânea" – segunda metade dos anos 1990 até os tempos atuais (JUDICE;MACULAN;VEDOVELLO, 2006).

A primeira fase tem como características a experimentação e um otimismo exagerado, já a segunda é marcada por uma visão mais sensata e objetiva sobre a eficiência destes empreendimentos possibilitando elaborar modelos com maior rigor e precisão e também a crescente institucionalização.

Faz-se pertinente distinguir estes empreendimentos de um distrito industrial: um espaço inserido no meio urbano, com a concentração de pequenas e médias empresas inter-relacionadas e beneficiadas pela utilização comum da mesma infraestrutura para a produção industrial em larga escala que necessita de uma grande quantidade de mão de obra especializada.

Este conceito foi inicialmente elaborado pelo economista e matemático Alfred Marshall a partir da investigação da concentração de indústrias especializadas em determinados locais e suas consequências na organização industrial, conforme o mesmo expõe:

> [...] Uma região que possua exclusivamente uma única indústria, caso diminua a procura dos produtos desta indústria, ou caso haja uma interrupção no fornecimento da matéria-prima, fica exposta a uma grave crise. Esse mal pode ser remediado, em grande parte, nas grandes cidades ou nas grandes regiões manufatureiras em que se

> desenvolvem vários tipos de indústria. Se uma das indústrias não produzir durante algum tempo, as outras a auxiliarão indiretamente, e isso permite que os lojistas locais continuem a auxiliar os operários desempregados. (MARSHALL,p.227,1988)

Portanto, a inserção urbana de um distrito industrial e as suas consequências no desenvolvimento socioeconômico, bem como os impactos ambientais são diferentes das relações de um parque tecnológico, pois no primeiro não há necessidade da inovação, mas somente da reprodução dos bens para consumo e a minimização dos impactos ambientais estão mais concentrados nos fluxos entre os componentes.

Já em um parque tecnológico, onde é fomentada a inovação, surgem mais possibilidades para a criação de uma tipologia urbana a partir de uma ocupação mais ambientalmente sustentável.

A partir do ano 2000, podem-se observar no Brasil algumas políticas públicas referentes à implantação destes parques, como a inclusão destes no Plano Plurianual do Governo Federal e a criação do Programa Nacional de Apoio as Incubadoras de Empresas e Parques Tecnológicos (PNI) pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI).

Alguns estados também implantaram políticas nesse sentido, como por exemplo, o Estado de São Paulo que através da Secretaria de Desenvolvimento Econômico, Ciência e Tecnologia (SDECT) criou o Sistema Paulista de Parques Tecnológicos (SPTec) com o objetivo de atrair investimentos.

Para Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação – MCTI (2013) os parques tecnológicos são definidos como:

> [...] complexos de desenvolvimento econômico e tecnológico que visam fomentar e promover sinergias nas atividades de pesquisas científica, tecnológica e de inovação entre as empresas e instituições científicas e tecnológicas, públicas e privadas, com forte apoio institucional e financeiro entre os governos federal, estadual e municipal, comunidade local e setor privado.

Entretanto estes empreendimentos também podem gerar impactos ambientais negativos se não forem determinadas normas objetivas cujos projetos sejam ambientalmente sustentáveis (STEINER;CASSIM;ROBAZZI,2012) desde implantação do seu projeto urbanístico até a seleção minuciosa das empresas a serem instaladas.

Devem ser utilizados efetivamente de modo estratégico através da sua utilização como elemento indutor de mudança e transformação social, planejados e projetados com qualidade ambiental, além da possibilidade de escolher as empresas que se instalarão a partir da sua gestão ambiental.

Neste contexto surgem os ecoparques tecnológicos que são desenvolvidos a partir de soluções que maximizam a eficiência energética e com um forte desempenho ambiental.

O presente estudo tem como objetivo caracterizar o que é um ecoparque tecnológico e identificar quais as principais estratégias arquitetônicas e

urbanísticas, que apontem para uma maior sustentabilidade ambiental, a serem adotadas na sua concepção projetual.

Para tal foram analisadas as variáveis: recursos naturais, clima (conforto), energia e resíduos nos empreendimentos Parque Científico e Tecnológico para o meio ambiente em Turim, Itália; Parque Tecnológico e Logístico em Vigo, Espanha e o Parque Tecnológico de Biscaia, em Zamudio, Espanha.

Estas variáveis de análise envolvem o capital natural (HAWKEN;LOVINS;LOVINS,2010), fundamental em todo o processo de transformação e incorporação definitiva dos aspectos ambientais na produção arquitetônica e urbanística que vise à eficiência energética, redução do consumo de materiais e geração de resíduos.

Optou-se por parques tecnológicos da Península Ibérica, pois os mesmos oferecem uma grande oportunidade de aprendizado para o Brasil pela similaridade cultural (ZOUAIN,2008).

É possível analisar e identificar os pontos positivos destes parques em questões como a relação local/regional, a atuação em políticas de reurbanização de áreas degradas, ativação econômica e os modelos de governança adotados para a gestão dos mesmos.

Estes empreendimentos foram concebidos sob uma visão holística e sistêmica a partir de boas práticas ambientais, visando uma gestão sustentável, apresentam bom desempenho nas variáveis de análise deste estudo e contam com certificações internacionais de qualidade e meio ambiente, como por exemplo, *Bandera Azul*, ISO 9001, 14001, *Ekoskan* e BREEAM.

Trata-se de uma oportunidade de aplicação prática e conversão de parques tecnológicos em empreendimentos compatíveis com o conceito de desenvolvimento sustentável, colaborando em todo o processo que envolve a busca pela qualidade urbana, sustentabilidade ambiental e também um elemento de propagação e conscientização.

Espera-se com isto, contribuir na caracterização de ecoparques tecnológicos, pois se trata de uma grande oportunidade para o Brasil, onde o tema é considerado uma experiência recente e em desenvolvimento.

2 PARQUES TECNOLÓGICOS E A SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

Os parques tecnológicos podem contribuir significativamente na criação do bem estar social e ambiental promovendo a sustentabilidade, já que é uma ferramenta para o desenvolvimento regional sustentado, baseado no conhecimento (ZOUAIN,2008).

No que se refere às características funcionais e morfológicas de um parque tecnológico ideal, Black (2007) considera que os mesmos deverão ser desenvolvidos "[...] sob um inspirador 'grande projeto', refletindo propósito, valores, e princípios que conduza a uma imagem significativa e característica do parque".

Ainda segundo Black (2007), um dos mais importantes princípios é a representação destes empreendimentos como um modelo de sustentabilidade para a comunidade, uma nítida demonstração de "[...] como nós devemos viver e trabalhar nos século 21".

Parques tecnológicos desenvolvidos a partir de estratégias que maximizem a eficiência energética e com um forte desempenho ambiental, concebidos a partir de uma visão holística e sistêmica sob uma abordagem sintética, exercerão uma significativa colaboração em todo o processo que envolve a busca pela sustentabilidade ambiental, além de também ser um instrumento de propagação e conscientização política e social.

As possibilidades de como a economia de energia, o controle da poluição, a produtividade com uma distribuição de renda mais equilibrada sem desperdício de capital podem ser mais eficientes (CASAGRANDE,2011), passam pela educação e pela inovação tecnológica, ambas fortemente referenciadas pelas questões ambientais.

Enquanto os distritos industriais buscam o ambiente ideal para a produtividade humana, como descrita por Marshall (1988) em um capítulo específico de seu tratado, através inclusive da influência do clima para tal, um ecoparque tecnológico também buscará compreender profundamente o território onde será inserido, porém de modo a potencializar a utilização dos recursos naturais pelo empreendimento.

Neste sentido, estes empreendimentos poderão ser concebidos para "[...] reagir aos estímulos do meio ambiente e adaptar sua forma e função, otimizando continuamente sua eficiência energética, [...] e outros comportamentos essenciais para a sustentabilidade" (DOHERTY;MOSTAVI, 2013).

2.1 Parque Científico e Tecnológico para o meio ambiente em Turim - Itália

Trata-se de um empreendimento que serviu como um dos instrumentos de renovação urbana através da sua instalação em um antigo bairro industrial deteriorado.

Busca a integração entre meio ambiente (figura 1), economia de energia e arquitetura ecológica a partir de iniciativas como exigir que os projetos das empresas que nele se instalem produzam um mínimo impacto ambiental.

Figura 1 – Vista aérea do empreendimento



Fonte: Google Earth (2016)

Atualmente contempla cerca de 70 empresas instaladas e tem a sua gestão compartilhada entre a prefeitura de Turim, a Câmara do Comércio e Indústria e os órgãos municipais responsáveis pelo abastecimento e saneamento, resíduos e demais responsáveis pela gestão ambiental.

Esta abordagem e a filosofia de gestão alinhada com a busca por melhorias ambientais como a utilização de materiais recicláveis, eficiência energética, projetos e ações ecoeficientes, é considerada como uma das principais causas do sucesso deste parque, pois disto resultam as decisões das empresas que poderão se instalar a partir do comprometimento necessário com as boas práticas ambientais definidas na sua política pela qualidade e pelo meio ambiente (NOVOA;OSORIO,2007).

Destaca-se por possuir sistemas de alta tecnologia, boa infraestrutura, atividades de pesquisa, além de colaborar com as empresas instaladas na alteração do sistema produtivo visando a minimização dos impactos ambientais negativos através de pesquisa avançada nas tecnologias empregadas.

O complexo foi construído a partir de estratégias pioneiras das edificações verdes, da arquitetura sustentável e obteve a certificação ISO 9001:2008 – Sistemas de gestão da qualidade e ISO 14001:2004 – Requisitos do Sistema de Gestão Ambiental.

2.2 Parque Tecnológico e Logístico em Vigo – Espanha

Este empreendimento já estava incluído no Plano de Ordenação Urbana do município de Vigo de 1988, foi inaugurado em 2004 e conta atualmente com 77 empresas instaladas dos setores de automação, logística e têxtil.

Tem como objetivo a promoção da inovação nos estudos relacionados com o avanço tecnológico centrados no desenvolvimento econômico, nas tecnologias informativas e na ciência (figura 2), também conhecido como o conceito I+D+i - investigação, desenvolvimento e inovação (CICT,2007).

Figura 2 – Vista aérea do empreendimento



Fonte: Google Earth (2016)

O parque tem a certificação *Bandera Azul–Parques Industriales de Galicia,*

um programa de acesso voluntário destes empreendimentos na Galícia que verifica alguns princípios básicos que deve ser adotados, tais como: acessibilidade, serviços, inovação tecnológica e sustentabilidade.

O edifício de serviços do empreendimento recebeu a certificação BREEAM (*Building Research Establishment Environmental Assessment Method)* que foi criado no Reino Unido em 1990 por pesquisadores do instituto inglês BRE (*Building Research Establishment)* com o intuito de minimizar os impactos das edificações no meio ambiente.

Esta certificação possui versões específicas para alguns países tais como Alemanha, Nova Zelândia, Noruega, Espanha além do Reino Unido e baseia-se em uma tabela de pontuação que permite inclusive comparar diversas estratégias projetuais.

2.3 Parque Tecnológico de Biscaia – Zamudio

Localizado no município de Zamudio, tem no seu entorno uma zona rural com mais de 5.000 árvores de 91 espécies distintas, provocando um contraste interessante com as suas avançadas infraestruturas tecnológicas (figura 3) e promovendo o equilíbrio entre atividade econômica e natureza.

Figura 3 – Vista aérea do empreendimento



Fonte: Google Earth (2016)

Trata-se de uma sociedade promovida pelas Instituições Públicas Bascas que tem como objetivo o desenvolvimento tecnológico e da inovação em Biscaia, de maneira sustentável através do respeito ao meio ambiente, propiciando a troca de conhecimento empresas, agentes tecnológicos e universidades.

Atualmente têm 226 empresas instaladas e optou pela implantação de um Sistema de Gestão da Qualidade com métodos e procedimentos eficazes certificado pelos requerimentos da ISO 9001:2008 – Sistemas de gestão da qualidade.

Ainda a este respeito, também obteve o certificado de Sistema de Gestão

Ambiental *Ekoscan,* que é uma norma privada, promovida e apoiada pelo Departamento de Meio Ambiente e Política Territorial do Governo Basco, e define parâmetros para a melhora ambiental nas empresas que visam ações ecoeficientes.

3 VARIÁVEIS DE ANÁLISE

3.1 Recursos Naturais

Relativo à água, o parque tecnológico em Turim nos meses mais amenos a utiliza como fonte de energia renovável como forma de economizar, através da captação da água do canal que atravessa o empreendimento, no sistema de refrigeração do ar condicionado dos escritórios.

No verão, este mesmo canal fornece água para resfriar o calor absorvido pelas condensadoras, evitando a utilização de torres de resfriamento que envolve um alto consumo de água e conta também com coleta das águas pluviais para reuso nos serviços de higienização.

Este parque tecnológico idealizou e construiu uma central hidrelétrica que utiliza água somente do rio Dora Riparia para a produção de energia elétrica limpa que também é distribuída para o bairro. A água é captada, passa pela hidroelétrica, gera energia e depois volta purificada para o mesmo rio. Trata-se de uma iniciativa pioneira deste tipo em um contexto urbano.

Pertinente à vegetação, além deste empreendimento incorporá-la através da minimização das áreas impermeáveis principalmente restringindo propiciando a circulação de automóveis, favorecendo a exploração de áreas com cobertura vegetal e uma grande praça central (figura 4) também se integra a um setor de um grande parque urbano ao seu lado (figura 5).

Figura 4 e 5 – Vegetação do parque tecnológico em Turim e sua integração com o parque urbano



Fonte: Google earth (2016)

Já no parque tecnológico em Vigo existe a preocupação com a sua preservação e manutenção através de medidas, como por exemplo, a proteção de espécies nativas e a erradicação das invasoras.

Ainda a este respeito, e integrando-se aos resíduos, todo produto oriundo das podas ou dos processos de renovação naturais devem ser utilizados no próprio parque, como por exemplo, a compostagem para a própria manutenção das zonas verdes.

O parque tecnológico em Biscaia promoveu a convivência equilibrada e sustentável entre as empresas instaladas e o ambiente natural através do seu profundo conhecimento com estratégias como as cinco trilhas existentes no empreendimento (figura 6) com a sinalização de cada uma das diferentes espécies no percurso.

Figura 6 – Mapa das trilhas do parque tecnológico em Biscaia



Fonte: Parque Científico y Tecnológico de Biskaia (2016)

3.1 Clima

As estratégias mais significativas e atuantes encontraram-se no parque tecnológico em Turim, pois o complexo foi o primeiro na Itália a utilizar de modo extensivo o sistema de telhado verde (figura 7) como forma de garantir o conforto térmico através das suas características de isolamento do calor no verão e conservação do calor interno no inverno.

Figura 7 – Telhado verde nos edifícios do parque tecnológico em Turim



Fonte: Google earth (2016)

A fachada do edifício administrativo foi executada com janelas de vidros totalmente transparentes buscando uma maior iluminação natural para os espaços internos (figura 8). Nos ambientes com menor exposição à insolação, uma claraboia transparente e torres de chaminés solares (figura 9), um sistema de ventilação passiva, foram utilizadas nas áreas externas.

Figura 8 e 9 – Edifício administrativo do parque tecnológico em Turim



Fonte: Google earth (2016)

No que se refere ao parque tecnológico em Biskaia, este empreendimento implantou um edifício para um Centro de Interpretação Tecnológica–BTEK, uma espécie de centro cultural com o objetivo de divulgar a ciência e a tecnologia.

Nesta edificação se utilizou instalações geotérmicas para o controle de climatização interior.

3.3 Energia

Com relação ao parque tecnológico em Turim, o empreendimento tem como objetivo a utilização eficiente e racional da mesma, privilegiando as fontes renováveis. Aproximadamente 85% do aquecimento é produzido utilizando caldeiras abastecidas pela queima de lascas de madeira natural, um produto que é descarte da poda da arborização urbana.

O empreendimento criou um sistema denominado Edifício Azul que consiste em uma combinação da otimização da radiação dos painéis fotovoltaicos no teto através do completo aproveitamento da orientação para o sul (melhor aproveitamento da energia solar no hemisfério Norte) e limites de consumo de energia.

No edifício administrativo os painéis estão locados de modo a configurar uma parede coletora (figura 10) e nas demais edificações estão e no trecho onde ocorre a inclinação do telhado verde até o seu término no piso (figura 11).

Figura 10 e 11 – Painéis solares no parque tecnológico em Turim



Fonte: Google earth (2016)

Estes coletores solares térmicos servem para aquecimento de água utilizada nos sanitários e para pré-aquecimento solar do ar no inverno.

Já com relação ao parque tecnológico em Vigo, são utilizadas energias renováveis e foram instalados painéis fotovoltaicos na cobertura do edifício de serviços (figura 12) e em alguns edifícios (figura 13).

Figura 12 e 13 – Painéis solares no edifício de serviços e nos demais



Fonte: Google earth (2016)

No que se refere ao parque tecnológico em Biskaia, no Centro de Interpretação Tecnológica – BTEK se utiliza fontes limpas e renováveis como um sistema de painéis solares integrados nas fachadas dos seus volumes em forma de pirâmide (figura 14), bem como outras edificações do complexo (figura 15).

Figura 14 e 15 – Painéis solares no BTEK e demais edifícios



Fonte: Google earth (2016)

3.4 Resíduos

Com relação ao parque tecnológico em Turim, solicita-se a redução do consumo de materiais e a maximização da utilização dos materiais e produtos recicláveis ou reutilizáveis.

Relativo ao parque tecnológico em Vigo existe ilhas de recolhimento com recipientes apropriados, identificados e que são revisados e higienizados periodicamente, servindo para a separação e classificação dos recicláveis.

Já no parque tecnológico em Biscaia, os resíduos dever ser separados e quantificados de acordo com categorias estabelecidas no sistema de gestão ambiental que o empreendimento adotou: resíduos perigosos e não perigosos.

Como forma de prevenção, categoriza o nível de priorização para acompanhamento, como por exemplo, o risco de contaminação do solo e a periculosidade para o meio ambiente.

4 CONCLUSÕES

Foi possível verificar nos parques tecnológicos analisados a grande presença da inovação e desenvolvimento tecnológico em consonância com a busca pela melhoria contínua nas suas relações com o desenvolvimento sustentável.

Algumas atitudes podem caracterizar um ecoparque tecnológico tais como: adoção de sistemas de gestão ambiental certificados e sistemas de gestão da qualidade, exigências de minimização dos impactos ambientais para as empresas que se instalarão no complexo, um edifício sede ou edifício administrativo como símbolo e motivador das práticas sustentáveis, a Inovação tecnológica a serviço do desenvolvimento sustentável e uma forte relação com o ambiente natural onde se insere.

Relativo às principais e fundamentais estratégias arquitetônicas e urbanísticas que apontem para uma maior sustentabilidade ambiental a serem adotadas por um ecoparque tecnológico, o quadro1 as apresenta de forma resumida:

Quadro 1 – Quadro resumo das principais estratégias sustentáveis de um ecoparque tecnológico

Recursos naturais	• Controle do consumo e da qualidade da água; • Reutilização da água pluvial; • Captação de fontes alternativas de água; • Preservação, utilização extensiva, integração e manutenção da vegetação nativa; • Circulação restrita dos automóveis.
Clima (conforto)	• Utilização do Telhado Verde; • Controle das áreas de transparência; • Maximização das estratégias passivas.

Energia	• Considerar as características do local, orientação e aproveitamento dos recursos naturais passivos; • Utilização de fontes de energias renováveis; • Extensa utilização de painéis e coletores solares em todas as partes das edificações do complexo; • Economia de energia.
Resíduos	• Espaços adequados para a gestão dos resíduos; • Na localização destes espaços devem ser levados em consideração os tipos de resíduos; • Utilização de materiais recicláveis ou reutilizáveis.

Fonte: Os autores

Diante disto, esta análise buscou colaborar na formação de um repertório conceitual para a caracterização de um ecoparque tecnológico e na construção de estratégias que visam minimizar os impactos ambientais negativos e promover os positivos a serem adotadas nas futuras formulações destes empreendimentos no Brasil.

Obviamente a análise de outras variáveis, bem como de outros parques tecnológicos são interessantes e necessárias como forma de expandir o repertório visando à consolidação e uma contribuição definitiva na propagação de uma maior conscientização ambiental através dos instrumentos estratégicos que podem vir a serem os ecoparques tecnológicos.

REFERÊNCIAS

BLACK, A. **A Science Park for Arun.** Ford Enterprise Hub, 2007. Disponível em: <http://www.fordenterprisehub.com/scienceparkforarun.htm> Acesso em: 17 ago. 2015.

CASAGRANDE JUNIOR, E. F. **Inovação Tecnológica e sustentabilidade: integrando as partes para proteger o todo.** Curitiba, s/d. Disponível em: < https://aplicweb.feevale.br/site/files/documentos/pdf/23231.pdf>. Acesso em: 21 dez. 2013

CASSIM, M. B.; ROBAZZI, A.C.; STEINER, J.E. Parques Tecnológicos: Ambientes de Inovação. **Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo**, 2012. Disponível em: <http://www.iea.usp.br/publicacoes/textos/steinercassimrobazziparquestec.pdf> Acesso em : 21 dez. 2013

COMISIÓN INTERMINISTERIAL DE CIENCIA Y TECNOLOGIA. **Plan Nacional de Investigación Cientifica, Desarrollo e Innovación Tecnológica 2008-2011.** Fundación Española para La Ciencia y la Tecnologia, 2007.

DOHERTY, G.; MOSTAFAVI, M. **Urbanismo Ecológico**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, S.L., 2014.

JUDICE, V. M. M.; MACULAN, A.M.D.; VEDOVELLO, C. A. Revisão crítica as abordagens a parques tecnológicos: alternativas interpretativas as experiências brasileiras recentes. **Revista de Administração e Inovação.** São Paulo, v.3, n.2, p.103-118, 2006.

HAWKEN, P.; LOVINS, A.; LOVINS, L. H. **Capitalismo Natural**. São Paulo: Editora Cultrix Ltda, 2010.

MARSHALL, A. **Princípios de Economia – Tratado Introdutório**. 3. ed. São Paulo: Nova Cultural, 1988.

MINISTÉRIO DA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E INOVAÇÃO - MCTI. **Programa Nacional de Apoio as Incubadoras e aos Parques Tecnológicos**. Disponível em: <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/5228.html> Acesso em: 22 dez. 2013.

NOVOA, F. G.; OSORIO, M. S. **Guia de buenas prácticas ambientales en polígonos industriales.** Fundación Caixanova, 2007.

SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO ESTADO DE SÃO PAULO - SDECT. **Parques Tecnológicos.** Disponível em: <http://www.desenvolvimento.sp.gov.br/parques-tecnológicos> Acesso em: 22 dez. 2013.

ZOUAIN, D. M. País segue tendência internacional na criação de parques tecnológicos. Campinas, 2008. **Revista Conhecimento & Inovação**. Entrevista concedida a Patrícia Mariuzzo.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

INFLUÊNCIA DO MÉTODO DE DIMENSIONAMENTO DA ÁREA COLETORA PRESCRITO PELA LEI SOLAR DE SÃO PAULO NA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMAS DE AQUECIMENTO SOLAR DE ÁGUA EM EDIFICAÇÕES NA CIDADE DE SÃO PAULO[1]

ARA, Paulo José Schiavon (1); SOWMY, Daniel Setrak (2)

(1) IPT, e-mail: pauloara@ipt.br; (2) IPT, e-mail: dss@ipt.br; POLI-USP, e-mail: dss@usp.br

RESUMO

Internacionalmente, tem-se adotado diversos mecanismos de incentivo aos sistemas de aquecimento solar de água (SAS) no ambiente construído. Dentre eles, as regulamentações têm tido um importante papel. O Brasil vem, recentemente, acompanhando essa tendência ao implantar leis de incentivo, como por exemplo, a lei Solar de São Paulo, que incluiu desde janeiro de 2008 no Código de Obras a obrigatoriedade da instalação, completa ou da infraestrutura, do SAS em novas edificações no município. A lei exige que o SAS forneça pelo menos 40% da demanda de água quente. Entretanto, quando se comprova que essa fração solar não é atendida, não há obrigatoriedade. Sendo assim, a insuficiência de área nas coberturas tem grande relevância. Dado que a Lei apresenta um método próprio de dimensionamento, analisa-se, neste trabalho, à luz do método Carta F, internacionalmente reconhecido, se a Lei tende a superestimar a área de cobertura necessária, facilitando a dispensa da Lei. As simulações comprovaram o fato para diversos cenários de orientação e eficiência dos coletores e quantidade de unidades habitacionais do empreendimento.

Palavras-chave: Lei Solar. Carta F. Fração Solar. Área coletora.

ABSTRACT

Many incentive policies are been adopted internationally to stimulate the use of solar water heating systems in the built environment. Among them, in many countries, laws and regulations have an important role. Recently, Brazil is following this trend by implementing many solar thermal incentive laws. An example is the São Paulo Solar Regulation that included, since January 2008, in the city Building Code the obligation to install solar thermal, completely or only infrastructure, in new buildings in the municipality. The Regulation requires that solar installation provides at least 40% of the hot water demand. However, when it is proved by a technical report that this solar fraction is not possible to be met, the building is dispensed with obligation. Thus, the lack of available area in the building roof has great relevance. Considering that the Regulation has its own solar system sizing method, this work aims to analyses if the sizing method included in the São Paulo Solar Regulation tends to overestimate the actually required roof area base on the internationally recognized F-Chart method. This would raise the probability of dispensing with regulation. Simulations run for many building, collectors and solar installation configurations proved the fact.

***Keywords**: Solar regulation. F-Chart method. Solar fraction. Collector area.*

---

[1] ARA, P.J.S.; SOWMY, D.S.. Influência do método de dimensionamento da área coletora prescrito pela lei solar de São Paulo na implantação de sistemas de aquecimento solar de água em edificações na cidade de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O uso da energia solar para fins de aquecimento de água no ambiente construído remonta ao século passado. Entre 1900 e 1910, os primeiros sistemas comerciais de aquecimento solar para residências foram instalados pela empresa "*Day & Nigth*" na Flórida, Estados Unidos (GRAVELY, 2012). Desde essa época, a expansão da tecnologia foi constante. Na década de 1970, especialmente, a crise do petróleo reduziu a oferta dos combustíveis fósseis e impulsionou decisivamente a aplicação da tecnologia solar térmica no ambiente construído.

Ao final de 2013, a capacidade total instalada de sistemas de aquecimento solar de água (SAS) no mundo, atingiu a marca de aproximadamente 375 GW_{th} correspondendo a uma área de 535 milhões de metros quadrados de coletores solares. Apesar da expansão, o mercado solar térmico tem crescido menos a cada ano (MAUTHNER *et al*., 2015).

Conforme a mesma referência, em 2011 a área instalada de coletores solares no mundo cresceu 14,3% em relação a 2010, em 2012 cresceu 6,6% em relação a 2011 e em 2013 apenas 1,8% comparado com o ano anterior. Dados nacionais comprovam essa desaceleração. Em 2013, o crescimento da área instalada foi de 19,8% em relação a 2012, e em 2014 o crescimento em relação ao ano anterior foi de apenas 4,5% (DASOL, 2015).

Nesse contexto, para alavancar o uso dos SAS torna-se cada vez mais importante adoção das políticas de incentivo, que podem ser de vários tipos: leis e regulamentos, redução de impostos, financiamentos, campanhas de conscientização, projetos de pesquisa e desenvolvimento, cursos e treinamentos (ESTIF, 2007). Dentre esses mecanismos tem-se destacado cada vez mais em diversos países e mais recentemente no Brasil, as Leis Solares, conhecidas como "*solar obligations*" (ESTIF, 2007).

A cidade de São Paulo, seguindo essa tendência, por meio do decreto 49.148 de janeiro de 2008 regulamentou a Lei 14.459 de julho de 2007 incluindo no Código de Obras e Edificações do município a obrigatoriedade da instalação do SAS completo ou de sua infraestrutura em novas edificações na cidade.

Entretanto, hoje, oito anos após a regulamentação, não se observa uma grande inserção do aquecimento solar nas edificações no município. Certamente, isso se deve a possibilidade de dispensa da obrigatoriedade que a Lei Solar de São Paulo oferece aos empreendimentos que se enquadrarem no artigo 12 do decreto, conforme abaixo:

> A obrigatoriedade de instalação de Sistema de Aquecimento Solar não se aplica a edificações onde se comprove ser tecnicamente inviável alcançar as condições para aquecimento de água por energia solar. (MÚNICIPIO DE SÃO PAULO, 2008)

Constata-se que muitos empreendedores acabam por obter a licença da obrigatoriedade nas edificações a serem implantadas, valendo-se desse artigo do decreto, por meio da apresentação à prefeitura de um parecer

técnico comprovando a inviabilidade do SAS para a obra em questão.

O referido estudo deve considerar a melhor tecnologia disponível, conforme o texto do parágrafo 3 do artigo 12, conforme abaixo:

> Os estudos técnicos deverão considerar o emprego da melhor tecnologia disponível, nos termos das recomendações técnicas do INMETRO e das normas técnicas vigentes, e deverão apresentar um parecer definitivo, com conclusões objetivas, bem como identificar claramente a obra a que se referem. (MÚNICIPIO DE SÃO PAULO, 2008)

Em outras palavras, pode-se entender que o parecer técnico que comprove a inviabilidade do SAS deve levar em consideração os coletores da melhor tecnologia conforme o INMETRO, isto é, coletores com classificação A, pelo Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO.

Dessa forma, um especialista técnico pode simular a instalação de um coletor A, e obter a licença da obrigatoriedade comprovando, por exemplo, a insuficiência de área disponível na cobertura do prédio para dispor a quantidade de coletores solares que seria necessária.

De acordo com a Lei, a área coletora deve ser tal que atenda a no mínimo 40% da demanda de água quente do prédio, de acordo com o método de dimensionamento do Anexo A do decreto. Este método será chamado neste trabalho de "método da Lei Solar".

Vale ressaltar, porém, que existem diversos outros métodos de dimensionamento disponíveis aos projetistas de aquecimento solar. Dentre eles, destacam-se o método da norma brasileira ABNT NBR 15569:2008, o software DIMENSOL desenvolvido no Brasil, e os softwares internacionais POLYSUN e F-CHART, baseado no "método da Carta F", desenvolvido pela Universidade de Wisconsin nos Estados Unidos. Este último pode ser aplicado independentemente do software, por meio do equacionamento apresentado por Duffie e Beckman (2013). Pode-se dizer que o "método da Carta F" é a prática mais reconhecida e difundida internacionalmente.

2 OBJETIVO

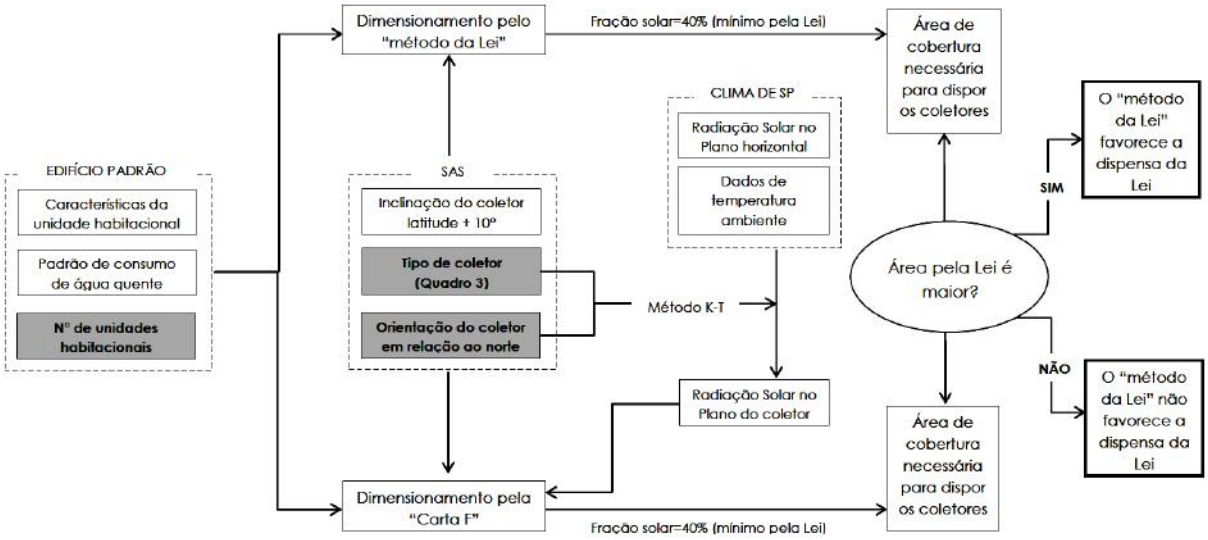
O objetivo do trabalho é analisar se o "método da Lei Solar", considerando um coletor A, tende a superestimar a área de coletores solares facilitando a aplicação do artigo 12 do decreto e dispensando a edificação da obrigatoriedade.

O parâmetro de referência para avaliar a confiabilidade da área coletora resultante do método da lei será o "método da Carta F", que além de ser reconhecido internacionalmente, apresenta um dimensionamento mais detalhado e preciso em comparação com "método da Lei Solar" de São Paulo.

3 MÉTODO

O método utilizado neste trabalho segue o esquema da Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma do método do trabalho



Fonte: Os autores

No fluxograma da Figura 1, as caixas destacadas em cinza são os parâmetros variáveis das simulações.

Foi definido um edifício padrão a ser situado na cidade de São Paulo, com as características de cada unidade habitacional e o padrão de consumo de água quente conforme o Quadro 1.

Quadro 1 – Edifício padrão utilizado nas simulações

Característica	**Valor / dado utilizado**
Quantidade de andares	De 5 a 25
Quantidade de unidades habitacionais por andar	4
Quantidade de pessoas por unidade habitacional	3
Uso da água quente	Banho
Vazão do chuveiro	8 L/min
Quantidade de banhos por pessoa por dia	1
Tempo médio de banho por pessoa	10 min
Temperatura da água de consumo (mistura)	37 °C
Temperatura média da água no reservatório térmico	50 °C
Temperatura da água de abastecimento	20,2 °C
Reflectância do entorno do campo dos coletores	0,2
Inclinação dos coletores	Latitude + 10° (33,5°)
Orientação dos coletores em relação ao norte	0° a 90°

Fonte: Os autores

Como referência para os parâmetros foram utilizados os dados apresentados por Kurb *et al.* (2013) e pelo Guia de Parametrização da Lei Solar de São Paulo. A quantidade de andares do edifício (ou unidades habitacionais) consistiu em uma variável de simulação, sendo de 5 a 25 andares, conforme o Quadro 1.

Foi definido um SAS a ser instalado no edifício, com coletores inclinados em um ângulo correspondente à latitude mais 10° (igual a 33,5° para São Paulo).

O tipo de coletor e a sua orientação em relação ao Norte corresponderam a variáveis de simulação, conforme o Quadro 2. Quanto ao tipo de coletor foram escolhidos três coletores da Tabela de Eficiência Energética do Programa Brasileiro de Etiquetagem do INMETRO, todos de classificação A (Quadro 2). Quanto à orientação do coletor, isto é, seus desvios em relação ao Norte, foram considerados valores de 0° a 90°. Ou seja, orientados ao Norte (condição ideal) e com desvios até o Leste ou Oeste (orientação de 90°).

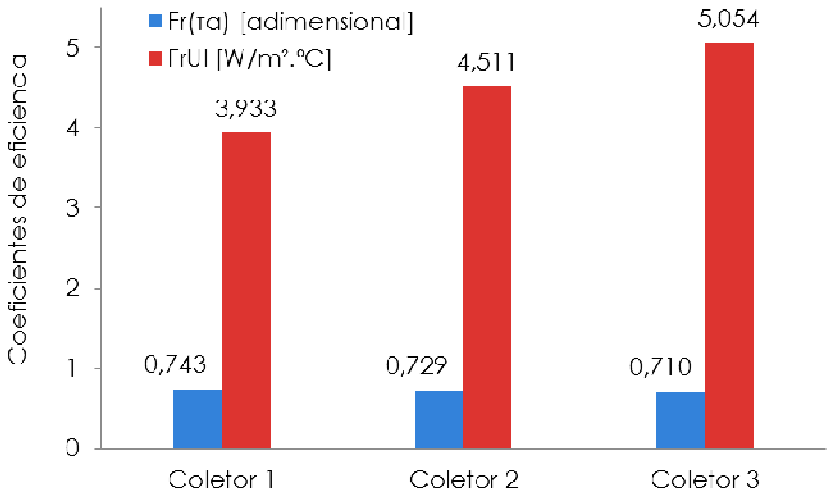
Quadro 2 – Coletores solares utilizados no trabalho

Parâmetro	**Coletor 1**	**Coletor 2**	**Coletor 3**
Tipo	Plano	Plano	Plano
Classificação PBE	A	A	A
Área externa aproximada (m^2)	2,4	1,0	1,5
Produção de energia (kWh/mês.m^2)	88,6	84,8	80,2
F_RU_L (W/m^2.°C)	3,933	4,511	5,054
$F_R(\tau\sigma)$ (adimensional)	0,743	0,729	0,710

Fonte: Os autores

A título de comparação a Figura 2 compara os coeficientes da curva de desempenho térmico dos coletores do Quadro 2. Vale lembrar que todos tem classificação A conforme o INMETRO.

Figura 2 – Coeficientes da curva de desempenho dos coletores estudados



Fonte: Os autores

Definido o edifício com sua demanda e o SAS, foram realizadas as simulações por ambos os métodos da Lei Solar e da Carta F, para calcular a área de coletores necessária para atender a 40% da fração solar, que é o mínimo exigido pela Lei. Por hipótese, considerou-se o edifício com laje plana e que a única área disponível para a instalação dos coletores é a cobertura. Por fim, adotou-se o índice 1,6 utilizado no Guia de Parametrização da Lei Solar de São Paulo como razão entre a área total de cobertura necessária para o SAS e área da superfície dos coletores.

Para o método da Carta F, foi necessária a obtenção de dados climáticos. Os dados de radiação solar no plano horizontal foram obtidos do banco de dados solarimétricos disponibilizado pelo Centro de Referência para Energia Solar e Eólica Sérgio Brito (CRESESB). A conversão da radiação do plano horizontal para o plano de inclinação e orientação desejada foi realizada pelo Método K-T desenvolvido por Klein e Theilacker (1981) e reproduzido por Duffie e Beckman (2013).

Os dados de temperatura ambiente média mensal foram obtidos do Centro Integrado de Informações Agrometeorológicas (CIIAGRO) para a cidade de São Paulo. A temperatura de abastecimento de água fria foi obtida do Anexo A do decreto e o valor da razão entre volume de reservatório de água quente e área coletora, necessária ao "método da Carta F", foi obtida, para cada cenário, pelo método da ABNT NBR 15569:2008.

Por fim, as áreas de cobertura demandadas pelos dois métodos foram comparadas. Pelo fato do método da Carta F ser mais preciso, detalhado e rigoroso, a área resultante da simulação pela Carta F foi considerada como a "área realmente necessária". Se a simulação pelo "método da Lei Solar" resultasse em uma área de cobertura maior que a "realmente necessária" (resultado da simulação pela Carta F), deduz-se que o método de dimensionamento que consta na Lei tende a superestimar a área a ser disponibilizada na cobertura e facilitar a elaboração de um Parecer Técnico que dispense o edifício do SAS, de acordo com o Artigo 12 do decreto.

4 EQUACIONAMENTO

Pelo "método da Lei Solar" a área coletora necessária é calculada de acordo com a Equação 1.

$$A_C = F_{cd}.F.E/PME_{SP} \quad (1)$$

Onde A_C é a área coletora em m^2, F é a fração solar, F_{cd} é um fator de correção em função do desvio do Norte (conforme o Quadro 3), E é a demanda mensal de energia em kWh/mês e PME_{SP} é a produção mensal de energia do coletor para a cidade de São Paulo, calculado como 65% da Produção de Energia do coletor apresentada no Quadro 2.

Quadros 3 – Fator de correção em função do desvio do Norte (F_{cd})

Desvio do Norte geográfico	**Fcd**
Até 30°	1,00
De 31 a 60°	1,13
De 61 a 90°	1,16

Fonte: Anexo A do decreto nº 49.148 do município de São Paulo

Pelo "método da Carta F" determina-se a fração solar do SAS, para cada mês do ano, de acordo com a Equação 2.

$$f = 1{,}029.Y - 0{,}065.X - 0{,}245.Y^2 + 0{,}00187.X^2 + 0{,}0215.Y^3 \quad (2)$$

Onde f é a fração solar mensal, X e Y são adimensionais com equacionamento próprio apresentado por Duffie e Beckman (2013). O parâmetro X representa o ganho de energia do sistema e é dependente da área coletora, enquanto que o parâmetro Y representa as perdas de energia térmica do SAS.

Calculadas as frações solares mensais para cada mês i (f_i), obtém-se a fração anual (F) pela Equação 3, utilizando as demandas mensais de energia térmica (L_i) para cada mês i.

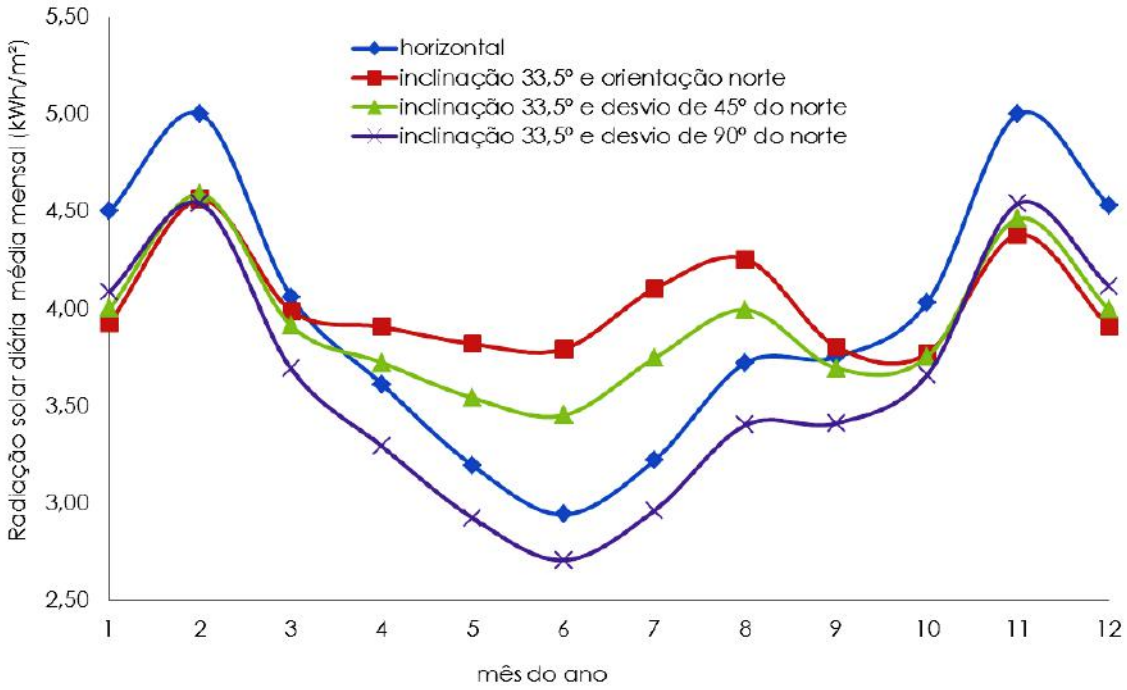
$$F = (\sum f_i.L_i)/(\sum L_i) \quad (3)$$

Impondo um valor fixo de fração solar pode-se determinar a área coletora necessária para suprir essa fração F, que neste trabalho é 40%.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Figura 3, a seguir, apresenta os resultados de radiação solar média diária simulada para cada mês do ano, em kWh/m², para a inclinação de 33,5° e algumas orientações em relação ao Norte, em comparação com os dados obtidos para o plano horizontal.

Figura 3 – Simulações de radiação solar diária média mensal



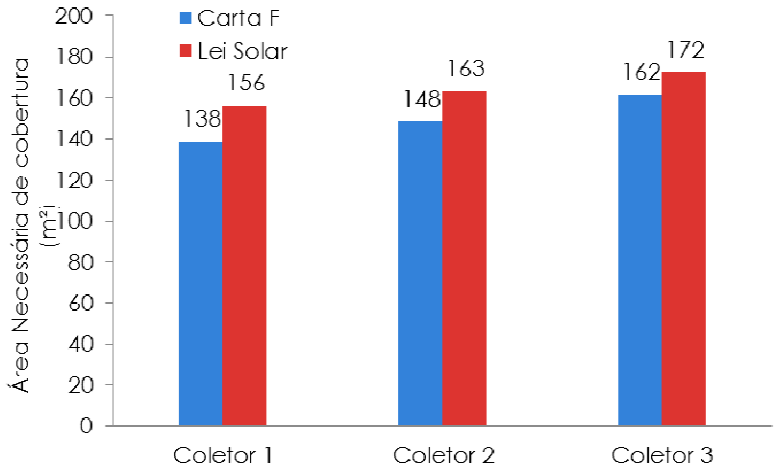
Fonte: Os autores

Como esperado, a radiação global incidente no plano inclinado a 33,5° (linhas vermelha e verde), foi maior que a incidente no plano horizontal (linha azul) para os meses de inverno e menor para os meses de verão, quando a altitude solar é maior. A linha roxa mostra que a radiação solar para o plano

inclinado a 33,5° e com desvio em relação ao Norte de 90° foi menor que para o plano horizontal em todos os meses do ano.

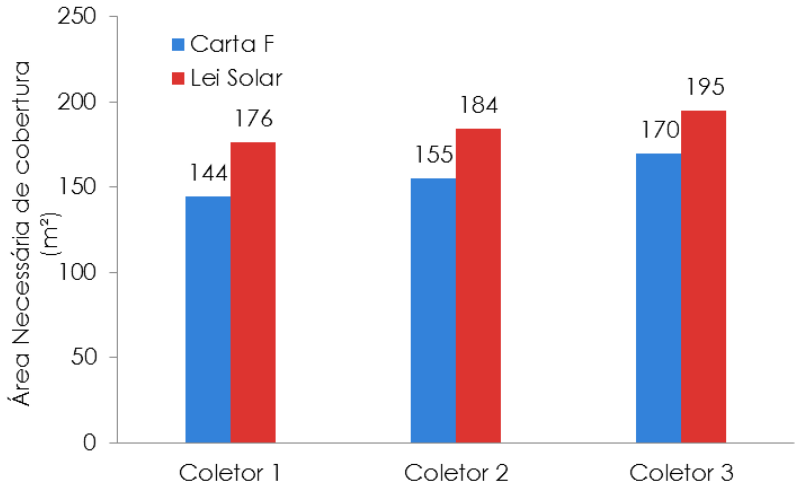
Para o edifício com 25 andares e os 3 tipos de coletores do Quadro 2, as simulações para fração solar de 40% resultaram nas áreas de cobertura ilustradas na Figura 4, para orientação Norte e na Figura 5, para desvio do Norte de 45°.

Figura 4 – Áreas de cobertura para orientação Norte



Fonte: Os autores

Figura 5 – Áreas de cobertura para um desvio de 45° do Norte



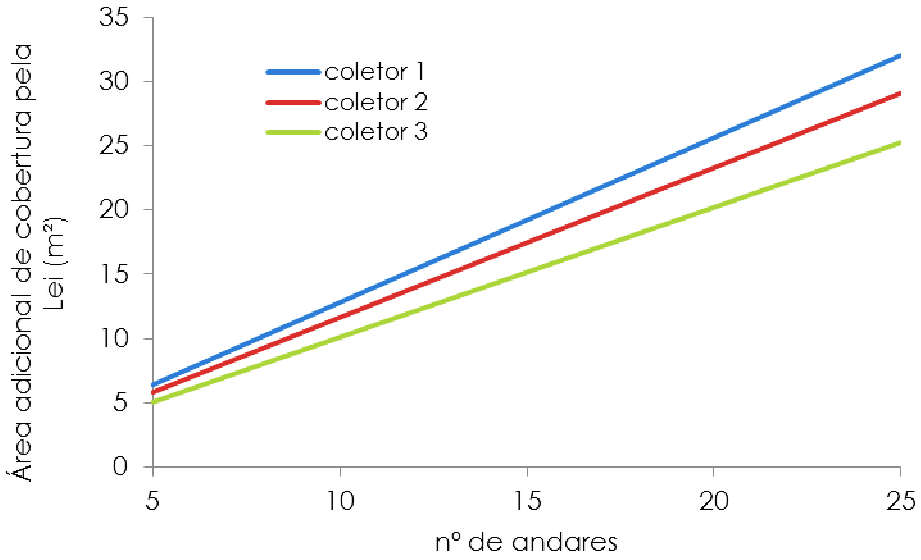
Fonte: Os autores

A Figura 4 mostra que, para a orientação Norte, a área de cobertura dimensionada pelo "método da Lei Solar" é aproximadamente 13%, 10% e 7% maior do que a área dimensionada pela Carta F, respectivamente para os coletores 1, 2 e 3, do Quadro 2. Da mesma forma, a Figura 5 mostra que, para a orientação Nordeste ou Noroeste (desvio de 45° em relação ao Norte), a área de cobertura dimensionada pelo "método da Lei" é aproximadamente 22%, 19% e 15% maior do que a área dimensionada pela Carta F, respectivamente para os coletores 1, 2 e 3.

Da Figura 4 e da Figura 5, pode-se observar que quando se utiliza o "método da Lei" com um coletor de classificação A, a área necessária de cobertura fica superestimada, considerando-se, conforme exposto na seção 5 deste trabalho, que o valor resultante do dimensionamento pela Carta F, é o valor mais próximo do ideal (mais preciso). Por exemplo, para o coletor 1 do Quadro 2, a área de cobertura a ser disponibilizada é aproximadamente 18 m² maior que seria realmente necessária (Carta F), para a orientação Norte e aproximadamente 32 m² maior que seria realmente necessária, para orientação Nordeste ou Noroeste. Pelas Figuras, se observa também que conforme diminui a eficiência do coletor (do coletor 1 ao 3), a área adicional pelo "método da Lei" em relação à Carta F também diminui.

Quando se considera a variável quantidade de andares, a diferença entre a área de cobertura pelo "método da Lei" e pela Carta F resulta nos valores indicados na Figura 6, em metros quadrados de laje da cobertura, para os coletores orientados ao Norte.

Figura 6 – Área adicional de cobertura pela lei em relação à Carta F

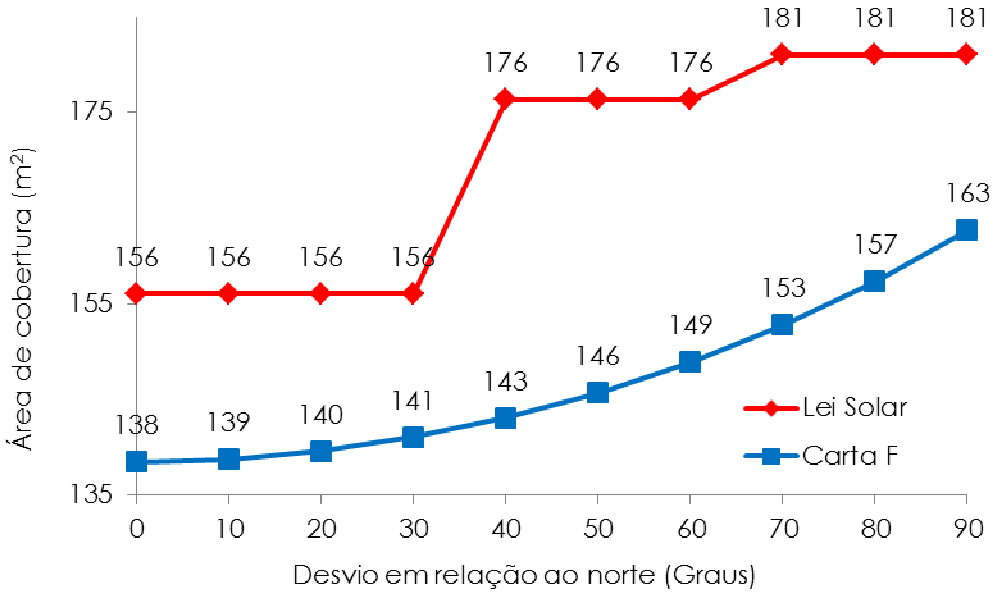


Fonte: Os autores

A Figura 6 mostra que a área adicional cresce conforme aumenta a altura do edifício. A cada 10 andares, a área adicional aumenta 10,1 m², 11,6 m² e 12,8 m², respectivamente para os coletores 1, 2 e 3. É importante lembrar que todos os cálculos foram realizados para atingir a fração solar mínima da Lei que corresponde a 40%, conforme apresentado na seção 4.

Essas tendências também são observadas nas simulações para diferentes orientações dos coletores em relação ao Norte geográfico. A Figura 7 ilustra as áreas de cobertura necessárias de acordo com ambos os métodos, para o edifício com 25 andares e o coletor 1. É interessante observar que enquanto a área de coletores, pela Carta F, aumenta de forma quadrática conforme aumenta o desvio do Norte, para o "método da Lei" esse crescimento ocorre "em degraus", devido aos fatores de correção do Quadro 3.

Figura 7 – Áreas de cobertura em relação ao Norte



Fonte: Os autores

A diferença entre as duas curvas, na Figura 7, corresponde à área adicional de cobertura que é necessária pelo "método da Lei Solar", em relação à Carta F, para o prédio de 25 andares e coletor 1. A diferença máxima é atingida quando o desvio em relação ao Norte é 40º, correspondente à área de aproximadamente 33 m². Essa área é equivalente a um espaço de 5,5 m de comprimento por 6 m de largura, o que é significativo para a cobertura de um edifício na qual estão alocadas outras funcionalidades e obstáculos.

6 CONCLUSÃO

Considerando o edifício e o sistema de aquecimento solar de água definidos nesse trabalho, e considerando que o método de dimensionamento da área coletora pela Carta F conduz a resultados próximos da operação real, conclui-se que o método de dimensionamento apresentado pela Lei Solar de São Paulo tende a superestimar a área coletora do SAS e consequentemente facilita a elaboração de um parecer técnico, conforme permite o artigo 12 da Lei, que dispense o edifício da obrigatoriedade do uso de aquecimento solar.

Sendo assim, sugere-se a revisão do método de dimensionamento da Lei Solar de São Paulo de forma que se aproxime da situação real sem, no entanto, torná-lo muito complexo para sua aplicação.

REFERÊNCIAS

GRAVELY, Ben. A review of solar hot water systems history, design and applications. **Holocene Technologies**, North Calorina, Estados Unidos da América. Disponível em:

< http://www.solarthermalworld.org/content/review-solar-hot-water-systems-history-design-and-applications-2012>. Acesso em: 22 abr. 2016.

MAUTHNER, F.; WEISS, W..; SPÖRK-DÜR, M. AGENCIA INTERNACIONAL DE ENERGIA. IEA Solar Heating & Cooling Programme. **Solar Heat Worldwide:** Markets and contributions to energy supply 2013. Gleisdorf, Austria: AEE INTEC, junho de 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR DA ABRAVA. **Revista Sol Brasil:** nº 26, abril/junho de 2015, p.4-5,. São Paulo: DASOL, 2015.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE AQUECIMENTO SOLAR DA ABRAVA. **Guia de parametrização da lei solar de São Paulo:** uma contribuição do setor de projetos para o dimensionamento de sistemas de aquecimento solar em edificações multi familiares. São Paulo: DASOL, ABRINSTAL, ABRASIP. Disponível em: < http://www. http://www.solarthermalworld.org>. Acesso em: 08 fev. 2016.

European Solar Thermal Industry Federation. **Solar Thermal Action Plan for Europe**. Bruxelles: ESTIF, 2007. Disponível em: < http://www.estif.org>. Acesso em: 22 abr. 2016.

European Solar Thermal Industry Federation. **Best practice regulations for solar thermal**. Bruxelles: ESTIF, 2007. Disponível em: < http://www.estif.org>. Acesso em: 22 abr. 2016.

SÃO PAULO (Município). Decreto nº 49.148, de 21 de janeiro de 2008. Regulamenta a Lei nº 14.459, de 3 de julho de 2007, que acrescenta o item 9.3.5 à Seção 9.3 - Instalações Prediais do Anexo I da Lei nº 11.228, de 25 de junho de 1992 (Código de Obras e Edificações), e dispõe sobre a instalação de sistema de aquecimento de água por energia solar nas novas edificações do Município de São Paulo. **Diário Oficial do Município de São Paulo**. São Paulo, SP, jan. 2008.

DUFFIE, J. A.; BECKMAN, W. A. **Solar Engineering of Thermal Processes.** 4th ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2013. 928 p.

KURB J. R. *et al*. **Projetando Sistemas de Aquecimento Solar para Habitações Multi familiares**. 1. Ed. São Paulo: ABRAVA, GIZ, PROCOBRE, 2013.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15569:** Sistema de aquecimento solar de água em circuito direto - Projeto e instalação. Rio de Janeiro, 2009.

CIIAGRO CENTRO INTEGRADO DE INFORMAÇÕES AGROMETEOROLÓGICAS. **Ciiagro online:** monitoramento climático. Disponível em: <http://www.ciiagro.sp.gov.br>. Acesso em: 10 fev. 2016.

CRESESB CENTRO DE REFERÊNCIA PARA ENERGIA SOLAR E EÓLICA SÉRGIO BRITO. **Potencial Solar:** Sun Data. Disponível em: <http://www.cresesb.cepel.br>. Acesso em: 04 fev. 2016.

INMETRO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA QUALIDADE E TECNOLOGIA. **Tabelas de consumo/eficiência energética**: Programa Brasileiro de Etiquetagem. Disponível em: <http://www.inmetro.gov.br/consumidor/tabelas.asp>. Acesso em: 05 fev. 2016.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

NATURAÇÃO EM JARDINS TERAPÊUTICOS NO CONTEXTO SOCIOAMBIENTAL DE UNIDADES HOSPITALARES[1]

SHAN, Viviane Li Xiao (1); GARRIDO NETO, Pedro de Souza (2); VAZQUEZ, Elaine Garrido (3)

(1) UFRJ, e-mail: viviane_li@poli.ufrj.br; (2) UFRJ, e-mail: pedrouu@poli.ufrj.br; (3) UFRJ, e-mail: elaine@poli.ufrj.br

RESUMO

Diante da problemática ambiental das cidades, consequência de falta de planejamento urbano e má gestão dos recursos naturais, torna-se primordial a introdução dos conceitos de conscientização ambiental e de sustentabilidade na cadeia produtiva do setor da Construção Civil. A aplicação de técnicas compensatórias e práticas sustentáveis se mostram como possibilidades de se minimizar o impacto da ação do homem no meio ambiente. Neste artigo é apresentada uma proposta da utilização de naturação em ambiente hospitalar, revelando outro benefício além da sustentabilidade: os jardins terapêuticos. Também é apresentada a análise de custos do projeto. Os resultados indicam que a vegetação apresenta-se como uma excelente ferramenta para a melhoria na recuperação de pacientes e o aumento do conforto humano em hospitais, evidenciando os benefícios da interação da natureza com a sociedade.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Naturação. Jardins terapêuticos.

ABSTRACT

Given the environmental problems of cities, result of lack of urban planning and poor natural resource management, it is essential to introduce the concepts of environmental awareness and sustainability in the supply chain of the Construction sector. The application of compensatory techniques and sustainable practices appear as possibilities to minimize the human impact on the environment. The purpose of this article is to present a proposal of the naturation utilization in a hospital, revealing another benefit beyond sustainability: the healing gardens. Also is presented the project cost analysis. The results indicate that the vegetation works as an excellent tool to improve the recovery of patients and to increase human comfort in hospitals, showing how the interaction with nature is beneficial to society.

***Keywords**: Sustainability. Green roofs. Healing gardens.*

1 INTRODUÇÃO

A partir da Revolução Industrial, com a modernização das indústrias e dos processos de produção, foi possível um maior desenvolvimento da sociedade, gerando crescimento econômico e populacional (GARRIDO NETO, 2012).

No entanto, com a expansão desordenada das cidades, a falta de

[1] SHAN, Viviane Li Xiao; GARRIDO NETO, Pedro de Souza; VAZQUEZ, Elaine Garrido. Naturação em jardins terapêuticos no contexto socioambiental de unidades hospitalares. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

planejamento urbano e o grande consumo de recursos naturais, ocorreram transformações de fauna e flora, produção excessiva de resíduos e degradação do meio ambiente, mudanças estas que impactam diretamente nos dias de hoje.

Dentro deste panorama, com a inovação tecnológica, a construção civil vem buscando novas possibilidades para seu desenvolvimento em todo país, para compensar e minimizar esses efeitos no meio ambiente (SILVA, 2011).

A naturação é feita com a aplicação de vegetação sobre superfícies construídas, como telhados, fachadas e vias, com o princípio de recompor a vegetação original retirada do solo pelas edificações, recuperando os benefícios das propriedades das plantas (CAETANO *et al.,* 2010). Dessa forma, redirecionam as cidades para o desenvolvimento sustentável, obtendo assim uma maior integração entre espaço urbano – cidadão – natureza (ROLA *et al.*, 2003).

De acordo com Dunnett & Kingsbury (2008) *apud* Caetano *et. al.* (2010), os edifícios correspondem a 40 a 50% das superfícies horizontais impermeáveis do meio urbano. Como os telhados são normalmente espaços subutilizados, fica evidente o potencial que a tecnologia das coberturas verdes possui para o desenvolvimento urbano sustentável.

O conceito de telhado verde na arquitetura foi proposto na década de 20 pelo arquiteto francês Charles-Edouard Jeanneret-Gris, Le Corbusier. Ele acreditava que a insuficiência de áreas verdes era prejudicial à qualidade de vida das pessoas, o que o motivou a desenvolver a ideia de terraços jardins, como medida compensatória aos problemas causados pela urbanização. No Brasil, os telhados verdes apareceram principalmente após o Movimento Modernista, em 1930.

A técnica de naturação já é realidade em diversos países no mundo, principalmente na Europa, e atualmente começa a ganhar força no mercado brasileiro, à medida que a sustentabilidade é abordada de forma mais contínua no ramo da construção civil.

Neste trabalho, a técnica da naturação é abordada na aplicação em ambientes hospitalares, como jardins terapêuticos. Para a sua elaboração, o envolvimento dos conceitos de sustentabilidade e de jardins terapêuticos se faz muito importante. Esses dois conceitos fundamentam a ideia de naturação em ambientes hospitalares, visando, não só a questão do meio ambiente, mas também contribuindo como um acelerador, no que diz respeito ao tratamento e recuperação de pacientes.

O telhado verde também pode ser utilizado como jardim terapêutico, como área projetada para proporcionar bem-estar e contribuir para a recuperação da saúde de um determinado público, como crianças ou adultos com doenças crônicas, por exemplo.

Contudo, esses jardins não beneficiam apenas os pacientes por acelerar a recuperação, mas também os funcionários, por criarem a oportunidade de trabalharem em locais mais agradáveis e com menores níveis de estresse

(DOBBERT, 2010). Podem, ainda, ser úteis para as demais pessoas, por estimular sentidos que se encontram adormecidos, pela prioridade dada à visão, ajudando-os a relaxar ao entrar em contato com a natureza e a reassumir seu corpo, tendo seus sentidos integrados (ELY *et al.*, 2006 *apud* MATOS *et al.*, 2013).

As paisagens naturais eram reconhecidas como terapêuticas há dois mil anos pelos chineses taoistas (LOUV, 2005 *apud* DOBBERT, 2010). Na Europa, os primeiros hospitais com jardins terapêuticos ocorreram na Idade Média, com enfermarias em comunidades monásticas, nas quais plantas medicinais e orações constituíam o foco de cura (MARCUS & BARNES, 1999).

O papel da natureza como restauradora do corpo e da mente foi explorado e estimulado. O cultivo de plantas e a implantação de áreas ajardinadas foram incorporados em projetos de hospitais, com o intuito de proporcionar benefícios terapêuticos (MIQUELIN, 1992 *apud* DOBBERT, 2010). Entretanto, em razão do avanço técnico-científico, o foco passou a ser a funcionalidade do ambiente, despendendo-se pouca atenção às necessidades emocionais e psicológicas dos pacientes, visitantes e funcionários do corpo clínico (ULRICH, 1992).

Somente a partir da década de 90 passou-se a valorizar as necessidades emocionais dos pacientes, com ênfase na redução do estresse e no aumento do bem-estar humano, com base em estudos científicos sobre os efeitos restauradores promovidos pelo contato com a natureza (ULRICH, 1999 *apud* DOBBERT, 2010).

Jardins compostos por ervas silvestres podem proporcionar a difusão de aromas agradáveis pelo ar, funcionando como incensos naturais; têm contribuição estética e influenciam positivamente o bem-estar e saúde das pessoas próximas (MINKE, 2004).

A visão de uma área verde pode ter benefícios para a saúde humana. Na pesquisa de Ulrich (1984), os resultados demonstraram que a aceleração no restabelecimento pós-cirúrgico, cura de infecções e outras patologias estavam associadas ao contato com a natureza. Para um grupo de pacientes que foram submetidos a cirurgias e que apresentavam o mesmo quadro clínico, aqueles que permaneceram em quartos que possibilitavam a visão da natureza através da janela do hospital, em geral, tiveram menor tempo de internação pós-operatório, receberam menos comentários negativos na avaliação das enfermeiras e necessitaram de menor quantidade de analgésicos, se comparados aos pacientes com a janela voltada para uma parede de tijolos.

Segundo o Attention Restoration Theory, o simples fato de os pacientes poderem contemplar um jardim, mesmo que não se encontrem em condições de irem até lá, possui um efeito terapêutico, na medida em que atrai a atenção involuntária, auxiliando, portanto, na recuperação da fadiga mental (KAPLAN & KAPLAN, 1989 *apud* DOBBERT, 2010).

A diversidade, a constante renovação e a multisensorialidade oferecida por

esses espaços contribuem para uma busca constante de novas interações, estimulando os desenvolvimentos físicos, mentais e espirituais (MATOS *et al.* 2013). Vários hospitais, como o Rusk Institute (Nova Iorque), Texas Medical Center (Texas), Legacy Good Samaritan Hospital (Portland) e Children's Hospital (Irlanda) vêm dedicando um grande cuidado aos seus jardins, com espaços cheios de plantas e flores, como parte do tratamento dos doentes. No Brasil, o tema ainda é pouco difundido, mas a proposta de construção de jardins terapêuticos começa a interessar os principais centros de saúde. Como exemplo, o Hospital Santa Catarina, em São Paulo, é um dos poucos que adotaram essa conceito.

2 OBJETIVO

O objetivo deste trabalho é apresentar a análise da técnica e dos custos da utilização de naturação, com finalidade de jardim terapêutico, em uma proposta de aplicação de telhado verde em ambiente hospitalar, indicando os efeitos positivos resultantes dessa prática.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foi selecionado um hospital, como proposta para a aplicação de naturação em jardim terapêutico. Foram definidos o tipo de cobertura, método construtivo e materiais utilizados.

3.1 Proposta de aplicação

Nesta proposta foi escolhido o Hospital Federal dos Servidores do Estado (HFSE), localizado no bairro da Saúde, na cidade do Rio de Janeiro, conforme indicado na Figura 1.

Figura 1 – Localização do HFSE



Fonte: Google Maps

Hoje, o HFSE conta com 450 leitos em funcionamento. O hospital possui 248 salas de ambulatório, 20 salas de cirurgias de média e grande complexidade, cinco salas de cirurgia geral ambulatorial e quatro salas de

cirurgia oftalmológica ambulatorial.

Apesar das mudanças com a Operação Porto Maravilha, o hospital ainda se encontra em uma área degradada da cidade, perto da Zona Portuária, onde há a predominância de prédios e casas antigas e galpões abandonados em seu entorno.

Diante disso, a ideia exposta neste trabalho foi a de se construir um jardim terapêutico, em um dos telhados mais baixos do hospital, oferecendo uma paisagem bonita e relaxante aos pacientes dos quartos que tivessem vista para o futuro jardim.

3.2 Tipo de cobertura verde

A classificação dos telhados verdes depende da escolha da vegetação, do local da instalação e do objetivo do sistema, podendo ser de três tipos: extensivo, intensivo e semi-intensivo.

Neste trabalho foi adotada a cobertura extensiva para a proposta de aplicação, pois os telhados extensivos assemelham-se a gramados, mas também comportam plantas rasteiras de pequeno porte, que necessitam de um volume de água menor, e requerem pouca manutenção. O sistema se caracteriza por ter vegetação de solo médio, ser mais leve e não requerer apoio estrutural, causando, assim, um impacto menor de sobrecarga sobre a estrutura. (KÖHLER *et al.,* 2002; SILVA, 2011; IGRA, 2015).

3.3 Aspectos construtivos

Segundo Rola (2008), diferentes técnicas e tecnologias de naturação têm sido desenvolvidas, para a adoção em qualquer superfície construída. Basicamente, podem ser de sistema completo, módulos pré-elaborados e manta vegetativa pré-cultivada.

Para a proposta de aplicação foi escolhido o sistema completo (Figura 2), pois é o sistema mais comum utilizado no mundo. O telhado verde é instalado diretamente na cobertura da edificação e é composto por diversas camadas, com diferentes funções: acima da camada de suporte de carga há as camadas de impermeabilização, de drenagem, de filtro, de substrato e de vegetação, que estão descritas a seguir.

Figura 2 – Sistema Completo



Fonte: Cinexpan

A camada de suporte de carga é qualquer superfície construída, capaz de suportar as cargas permanentes e as cargas acidentais, considerando o peso do sistema adotado e o adicional da naturação hidratada (ROLA, 2008; CECCHIN, 2010).

A camada de impermeabilização tem por função proteger a camada de suporte contra toda e qualquer umidade proveniente do meio externo que possa passar pelo sistema, assegurando a estanqueidade do mesmo (ROLA, 2008). Para a proposta de aplicação, foi escolhida a geomembrana em polietileno de alta densidade (PEAD), pois possui baixo custo e elevada capacidade impermeabilizante. É importante, também, a utilização de uma membrana antirraízes, para garantir a proteção da estrutura, evitando que as raízes penetrem na estrutura e prejudiquem a impermeabilização das mesmas (SAVI, 2012).

A camada de drenagem é responsável por encaminhar a água excedente, evitando a saturação do solo, e também por armazenar a água, que poderá ser utilizada pela vegetação em período de estiagem. (SAVI, 2012; JOBIM, 2013). É recomendável a utilização de material de origem mineral e o mais leve possível, de preferência de caráter poroso, como a argila expandida (MINKE, 2004).

A camada filtrante tem a função de evitar que a água das chuvas e das regas arraste as partículas de solo do telhado verde (CECCHIN, 2010). Geralmente utiliza-se uma manta filtrante, bidim ou geotêxtil, que separa a parte inferior do substrato da camada de drenagem. Este elemento é fundamental, pois retém o substrato e impede que as partículas finas obstruam a camada de drenagem, danificando todo o sistema (WILLES, 2014).

A camada de substrato propicia o suporte da vegetação. O substrato é uma mistura enriquecida de elementos orgânicos e inorgânicos, capazes de fornecer água e os nutrientes necessários para as plantas (ROLA, 2008; SAVI, 2012). A espessura e composição do substrato dependerão do tipo de telhado verde adotado, bem como dos tipos de vegetação (JOBIM, 2013).

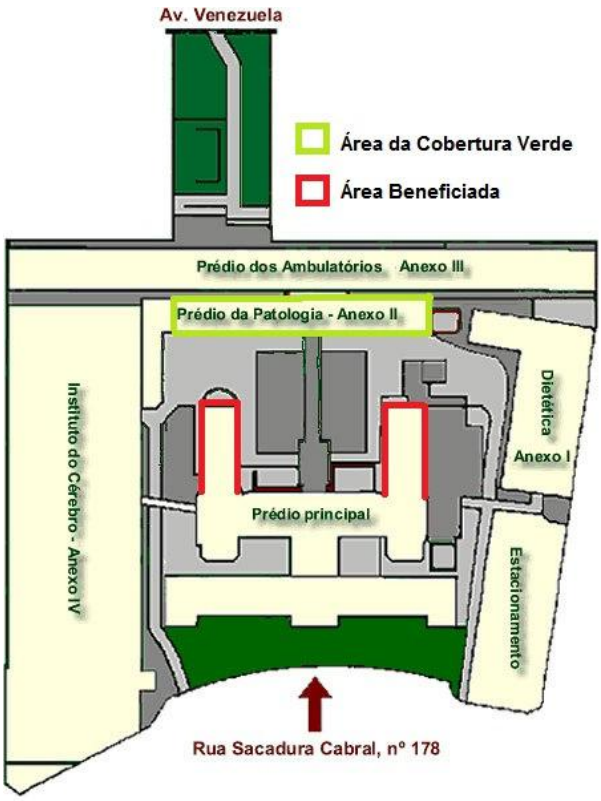
A vegetação é definida em conjunto com as demais camadas, pois alguns fatores são essenciais na escolha do tipo de planta, como: espessura do substrato, inclinação da cobertura, exposição ao vento, orientação solar, sombreamento, microclima e regime de chuvas da região e tipo e frequência de manutenção (ROLA, 2008; SAVI, 2012). A grama esmeralda (*Zoysia japonica* Steud.) é uma boa opção, devido ao seu custo-benefício, pois possui fácil adaptação, resistência à seca, tem aparência agradável de cor verde forte, exige baixa frequência de corte e possui manutenção simples.

4 RESULTADOS

4.1 Público-alvo e implantação do telhado verde

Com a implantação do telhado verde no Prédio da Patologia, serão beneficiadas as alas da direita e da esquerda do Prédio Principal, onde funcionam enfermarias, com leitos de pacientes, do 3º ao 9º pavimento, conforme pode ser visto nas Figuras 3 e 4.

Figura 3 - Representação do HFSE com indicação da área de cobertura verde e das áreas beneficiadas



Fonte: Hospital Federal dos Servidores do Estado

Figura 4 - Perspectiva do HFSE com frente para Av. Venezuela



Fonte: Google Maps

4.2 Benefícios

A implantação de cobertura vegetal na proposta de aplicação do HFSE traz diversos benefícios de ordem econômica, ambiental e social.

4.2.1 Vantagens Econômicas

Com a instalação de telhados verdes, os imóveis têm uma significativa valorização, devido à ampliação da área útil e ao aproveitamento de áreas subutilizadas. A cobertura vegetal também pode conferir à construção certificações sustentáveis, como LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental), agregando valor ao imóvel, além da possibilidade de benefícios fiscais, como ocorre em algumas cidades.

Os telhados convencionais, por estarem expostos às intempéries, tendem a se degradar de forma mais rápida, comprometendo as propriedades mecânicas dos materiais que os compõem. A naturação atua como uma proteção a esses telhados, pois filtram parte das radiações solares e retém parte das águas pluviais.

As camadas do telhado verde, em conjunto, funcionam como isolante térmico, reduzindo a sua capacidade de transmissão de energia. Com isso, há menor necessidade de resfriamento ou aquecimento artificial e, consequentemente, minimizam-se os gastos com a climatização.

Da mesma forma, as camadas também atuam como isolante acústico, pois bloqueiam a transmissão do som, reduzindo de forma significativa os níveis dos ruídos externos, o que garante conforto interno e menores custos em tratamentos de isolamento acústico na construção do imóvel.

4.2.2 Vantagens Ambientais

A naturação contribui para o aumento de superfícies vegetadas em meio urbano. E com a utilização de plantas da região, é possível reconstituir microecossistemas nativos, restabelecer o microclima e manter o equilíbrio com o seu entorno.

O efeito estufa e as ilhas de calor provocam o aumento da temperatura em grandes cidades, devido à concentração de poluentes, emissão de CO_2, alta taxa de urbanização e escassez de áreas verdes.

As plantas tem papel fundamental no combate a esses efeitos, pois, através da fotossíntese, absorvem o carbono da atmosfera e retornam oxigênio. Além disso, reduzem as cargas poluentes do ar, retardando a degradação dos materiais componentes do telhado e filtrando partículas nocivas à saúde, purificando o ar. A vegetação também reduz a incidência de radiação solar e atua na regulação da umidade, de forma a amenizar as condições de desconforto térmico.

Uma questão muito importante é o papel do telhado verde na gestão das águas pluviais. Com a urbanização das cidades, há um índice muito alto de

impermeabilização no solo, devido às áreas construídas, ocupadas por edificações e pavimentação. As coberturas verdes retardam o fluxo de águas pluviais, pois grande parte da água da chuva é absorvida pelo sistema ou evapotranspirada e a outra parte é conduzida para os equipamentos de drenagem. Dessa forma é reduzido o volume escoado e, consequentemente, a intensidade de inundações.

4.2.3 Vantagens Sociais

A cobertura vegetal enriquece o aspecto estético da edificação através de paisagismo, destacando-a das demais e contribuindo para o conforto visual. A beleza e a harmonia propiciada pela vegetação melhoram o estado de ânimo e de espírito do ser humano, fornecendo bem-estar, relaxamento e aumento na qualidade de vida dos usuários.

As áreas verdes tem efeito terapêutico, pois contribuem na redução do estresse e da pressão arterial, no alívio de tensões musculares e ainda auxiliam na recuperação do paciente.

O contato com a natureza, ainda que a uma determinada distância, diminui a quantidade de medicamentos requeridos durante um tratamento, além de reduzir o tempo de recuperação do paciente e de diminuir a intensidade de problemas, como a ansiedade e a depressão, muitas vezes ocasionadas por tratamentos agressivos, como a quimioterapia.

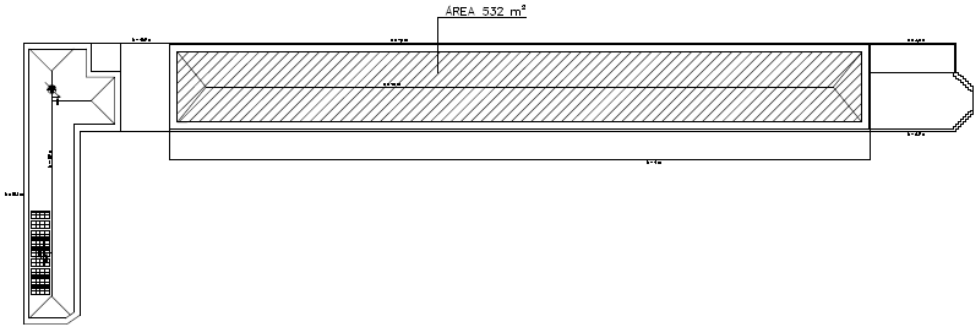
A combinação equilibrada de terapias farmacológicas, comportamentais e ambientais contribui para melhorar a saúde dos doentes e idosos. A implantação de espaços verdes em hospitais humaniza um ambiente geralmente associado à frieza, esterilidade, e até mesmo à hostilidade em relação aos pacientes.

Os benefícios não se limitam apenas aos pacientes, pois todos os usuários do hospital, como funcionários e visitantes, passam a desfrutar de um ambiente mais agradável.

4.3 Análise de custos do projeto

De acordo com a planta do telhado (Figura 5), a área para instalação corresponde a 532 m².

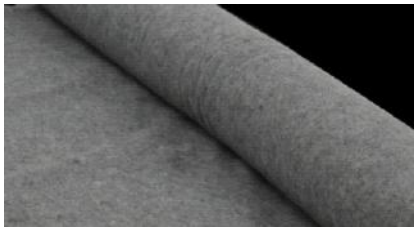
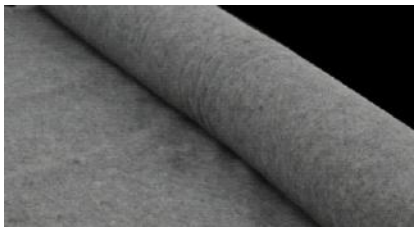
Figura 5 – Área do telhado para proposta de naturação



Fonte: Hospital Federal dos Servidores do Estado

Por se tratar de um estudo preliminar, nesta análise foi considerado apenas o levantamento de custos dos materiais utilizados para cada camada do telhado verde, conforme Tabela 1a e 1b, a seguir.

Tabela 1a – Tabela de custos de material do HFSE

TABELA DE CUSTOS DE MATERIAL		
CAMADA IMPERMEABILIZANTE		
Geomembrana PEAD Lisa[2] - 0,8 mm		
Preço/m²	R$ 16,40	
Quantidade (m²)	560,00	
Total	R$ 9.184,00	
Manta Geotêxtil Bidim[3] - 200 g/m²		
Preço/m²	R$ 5,56	
Quantidade (m²)	532,00	
Total	R$ 2.957,92	
CAMADA DE DRENAGEM		
Argila Expandida[4] - Tipo 3222		
Preço/saco (50 l)	R$ 37,00	
Quantidade (sacos)	1064	
Total	R$ 39.368,00	
CAMADA FILTRANTE		
Manta Geotêxtil Bidim 200 g/m²		
Preço/m²	R$ 5,56	
Quantidade (m²)	532,00	
Total	R$ 2.957,92	

[2] Considerado acréscimo de 5% da área para impermeabilização das paredes do entorno. Fonte: MF Rural.

[3] Fonte: Mercado Livre.

[4] Fonte: Mercado Livre.

Tabela 1b – Tabela de custos de material do HFSE

CAMADA DE SUBSTRATO		
Substrato Studio Cidade Jardim[5]		
Preço/saco (25 kg)	R$ 22,67	
Quantidade (sacos)	852	
Total	R$ 19.314,84	
CAMADA DE VEGETAÇÃO		
Grama Esmeralda[6]		
Preço/m²	R$ 4,50	
Quantidade (m²)	532,00	
Total	R$ 2.394,00	
TOTAL	**R$**	**76.176,68**
PREÇO/M²	**R$**	**136,03**

A estimativa de custos de materiais a serem utilizados é de R$136,03/m².

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A técnica dos telhados verdes é uma alternativa ecológica e sustentável aos meios urbanos, que vem crescendo bastante no setor da construção, pois minimiza os impactos ambientais e contribui para que as cidades se tornem ambientes mais agradáveis, recuperando espaços altamente antropizados. Além disso, propiciam diversos outros benefícios como retenção e aproveitamento das águas pluviais, que contribuem para a redução das enchentes e economia de água potável, isolamento térmico e acústico, favorecendo a eficiência energética, e ainda auxiliam na purificação do ar e na melhora da qualidade de vida.

Neste estudo foi sugerida outra contribuição das coberturas verdes: como jardins terapêuticos em unidades hospitalares. De acordo com as pesquisas que fundamentaram o presente trabalho, pessoas que estejam em quadro de estresse, ou pacientes, quando em contato com a natureza, reagem melhor ao tratamento, devido à sensação de bem-estar e tranquilidade que os jardins proporcionam. A vegetação apresenta-se como um excelente contribuinte para a melhoria do conforto humano em hospitais. Esses resultados indicam a importância de áreas verdes em hospitais e revelam como a interação com a natureza pode ser benéfica ao ser humano.

[5] Fonte: Studio Cidade Jardim.

[6] Fonte: Minas Gramados.

De um modo geral, os desafios da técnica da naturação estão relacionados aos custos de implantação, manutenção do sistema, sobrecarga estrutural, irrigação, adaptação da plantas e biodiversidade indesejada.

Na análise de custos foram considerados somente os materiais de cada camada de naturação, mas há, ainda, a necessidade de levantamento de custos referentes à implantação e de uma análise estrutural para a construção do telhado verde, atestando o não comprometimento do edifício, devido à sobrecarga do sistema.

Este estudo pretende contribuir para a realização de trabalhos futuros, relativos aos benefícios adquiridos após a instalação do telhado verde, como pesquisas voltadas a avaliação de seus impactos positivos em pacientes e funcionários do hospital, resultantes da agregação dos jardins terapêuticos.

Por fim, este trabalho pretende constituir um esforço inicial que visa estimular a adoção dessas práticas socioambientais, bem como busca unir essas ideias às características terapêuticas de jardins em ambientes hospitalares, abrindo espaço para uma maior disseminação do tema no Brasil.

REFERÊNCIAS

CAETANO, F.D.N.; TIBIRIÇÁ, A.C.G.; SANTOS, G.L.A.A. Sistema de cobertura verde para uma edificação da área de saúde numa IFES. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Anais eletrônicos**... Porto Alegre: ANTAC, 2010. Disponível em: < http://www.infohab.org.br/entac2014/2010/arquivos/618.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2016.

CECCHIN, M. **Os telhados verdes como alternativa ao meio urbano**. Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://www.faculdade.dombosco.net/downloadAnexo.php?type=noticia&id=139> . Acesso em: 12 abr. 2016.

CINEXPAN. **Telhado verde**. Disponível em: <http://www.cinexpan.com.br/telhado-verde.html>. Acesso em: 20 fev. 2015.

DOBBERT, L.Y. **Áreas verdes hospitalares – percepção e conforto.** 2010. 121f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Escola de Agricultura Luiz de Queiroz da Universidade de São Paulo, São Paulo.

GARRIDO NETO, P. de S. **Telhados verdes associados com sistema de aproveitamento de água de chuva: Elaboração de dois projetos para futuros estudos sobre esta técnica compensatória em drenagem urbana e prática sustentável na construção civil**. 2012. 168f. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps>. Acesso em: 14 jan. 2015.

HFSE HOSPITAL FEDERAL DOS SERVIDORES DO ESTADO. **Estrutura hospitalar**. Disponível em: <http://www.hse.rj.saude.gov.br>. Acesso em: 12 abr. 2016.

IGRA INTERNATIONAL GREEN ROOF ASSOCIATION. **Green Roof Types.** Disponível em: <http://www.igra-world.com/types_of_green_roofs/index.php>. Acesso em: 14 jan. 2015.

JOBIM, L.A. **Diferentes tipos de telhados verdes no controle quantitativo da água pluvial**. 2013. 75f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

KÖHLER, M.; SCHMIDT, M.; GRIMME, F.W.; LAAR, M.; PAIVA, V.L. de A; TAVARES, S. Green roofs in temperate climates and in the hot-humid tropics – far beyond the aesthetics. **Environmental Management and Health**, Vol. 13, Edição 4, p. 382-391, 2002.

MARCUS, C.C.; BARNES, M. **Gardens in healthcare facilities: uses, therapeutic benefits and design recommendations**. Martinez: The Center for Health Design, 1999.

MATOS, M.A.; GABRIEL, J.L.C.; BICUDO, L.R.H. Projeto e construção de jardim sensorial no jardim botânico do IBB/UNESP, Botucatu/SP. **Rev. Ciênc. Ext.** v.9, n.2, p.141-151, 2013.

MERCADO LIVRE. **Manta de bidim geotêxtil**. Disponível em: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-737826878-manta-geotextil-para-drenagem-1m-200-gramatura-jardim-solo-_JM>. Acesso em: 18 abr. 2016.

_____. **Argila expandida**. Disponível em: <http://produto.mercadolivre.com.br/MLB-700062161-argila-expandida-saco-50-litros-_JM>. Acesso em: 18 abr. 2016.

MFRURAL. **Geomembrana PEAD Lisa**. Disponível em: <http://comprar-vender.mfrural.com.br/detalhe/geomembrana-pead-lisa-0-8mm-soldada.-152828.aspx>. Acesso em: 18 abr. 2016.

MINAS GRAMADOS. **Grama esmeralda**. Disponível em: <http://gramados.net/Loja/produto/grama-esmeralda-varejo-minimo-de100m%C2%B2/>. Acesso em 18 abr. 2016.

MINKE, G. **Techos Verdes:** Planificación, ejecución,consejos prácticos. Montevideo : Editorial Fin de Siglo, 2004.

ROLA, S.M. **A naturação como ferramenta para a sustentabilidade de cidades:** Estudo da capacidade do sistema de naturação em filtrar a água de chuva. 2008. 222f. Tese (Doutorado em Ciências em Planejamento Energético) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ROLA, S.M.; MACHADO, L.F.C.; BARROSO-KRAUSE, C.M.L.; ROSA, L.P. Naturação, água e o futuro das cidades no contexto das mudanças ambientais globais. In: CBA-2003 – Congresso Brasileiro de Arquitetos, 2003, Rio de Janeiro. **Anais**... Rio de Janeiro: CBA-2003. Disponível em: <

http://fauufrjatelierintegrado1.weebly.com/uploads/1/2/5/9/12591367/artigo_natura o_cba_sylvia_rola.pdf>. Acesso em: 12 abr. 2016.

SAVI, A.C. **Telhados verdes: análise comparativa de custo com sistemas tradicionais de cobertura**. 2012. 125f. Monografia (Especialização em Construções Sustentáveis) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba.

SILVA, N.C. **Telhado verde: sistema construtivo de maior eficiência e menor impacto ambiental**. 2011. 60f. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

STUDIO CIDADE JARDIM. **Composto orgânico ensacado**. Disponível em: <http://www.studiocidadejardim.com.br/#!produtos-para-telhado-verde/c24vq>. Acesso em 18 abr. 2016.

ULRICH, R.S. View through a window may influence recovery from surgery. **Science**, Vol. 224, p. 420-421, 1984.

ULRICH, R.S. How design impacts wellness. **Healthcare Forum Journal**, Texas, v.20, p. 20-25, 1992.

WILLES, J.A. **Tecnologia em telhados verdes extensivos: meios de cultura, caracterização hidrológica e sustentabilidade do sistema**. 2014. 69f. Tese (Doutorado em Ciências) – Escola Superior de Agricultura da Universidade Federal de São Paulo, Piracicaba.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE COMO INDUTORES DA SELEÇÃO TECNOLÓGICA EM PROJETOS DE ARQUITETURA DE EDIFÍCIOS[1]

SILVA, Carla A. (1); BARROS, Mercia M. S. B. (2)

(1) EPUSP, e-mail: carla.a.silva@usp.br; (2) EPUSP, e-mail: mercia.bottura@usp.br

RESUMO

A intensificação das discussões sobre o impacto causado pela construção civil ao meio ambiente tem destacado as demandas por sustentabilidade dos edifícios que, por sua vez, remetem à adequada seleção tecnológica para composição dos diferentes subsistemas, ainda nas etapas preliminares do projeto. Este artigo, desenvolvido como parte de uma dissertação de mestrado no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Inovação na Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, tem como foco a seleção tecnológica das vedações verticais externas (VVE). Seu objetivo é levantar princípios de sustentabilidade aplicáveis na escolha de tecnologias para VVE e propor diretrizes para sua adoção no projeto de arquitetura. A pesquisa foi desenvolvida a partir de revisão bibliográfica de artigos técnico-científicos que abordam princípios como: Desmaterialização; Análise do Ciclo de Vida (ACV); Projeto para Desconstrução (DfD); e Sistemas Construtivos Industrializados, Flexíveis e Desmontáveis (IFD). Como resultado, são relacionadas diretrizes para seleção tecnológica de VVE, voltadas aos projetistas de arquitetura e baseadas nos princípios de sustentabilidade. Estes, por sua vez, convergem para a meta de reduzir o consumo de recursos e emissões de gases de efeito estufa para o meio ambiente, contribuir para eficiência energética, bem como aumentar a durabilidade dos edifícios.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Seleção tecnológica. Vedações verticais externas. Projeto de Arquitetura.

ABSTRACT

The growing discussion about the impact of construction on environment has highlighted the demands for sustainability of buildings which, in turn, refer to the appropriate technology selection for the composition of different subsystems, still in preliminary stages of a project. This paper, which was developed as part of a dissertation in the context of Professional Master's Program in Innovation in Construction of the Polytechnic School at the University of São Paulo, focuses on technology selection of external wall. Its goal is to identify sustainability principles applicable to the selection of technologies for external walls and to propose guidelines for its adoption in architectural design. The research was developed from literature review of technical and scientific articles that address concepts such as: Dematerialization; Life Cycle Analysis; Design for Deconstruction (DfD); Industrialised, Flexible and Demountable Building Systems (IFD). As a result, guidelines for technology selection of external walls are related, dedicated to architectural designers and based on the principles of sustainability. These, in turn, converge toward the goal of reducing resource consumption an demissions of

[1]SILVA, Carla A.; BARROS, Mercia M. S. B. Princípios de sustentabilidade como indutores da seleção tecnológica em projetos de arquitetura de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

greenhouse gases to environment, contribute to energy efficiency, as well as increase durability of buildings.

***Keywords**: Sustainability. Technology selection. External wall (Facade). Architectural design.*

1 INTRODUÇÃO

A intensificação das discussões sobre o impacto causado pela construção civil ao meio ambiente tem destacado as demandas por sustentabilidade dos edifícios. De Paula, Uechi e Melhado (2013) afirmam que, assim como o desempenho, a sustentabilidade ambiental de edifícios também se configura em uma demanda de mercado e seus requisitos "passam a compor os parâmetros técnicos exigíveis de cada disciplina de projeto".

O desenvolvimento sustentável baseia-se no tripé ambiental, social e econômico. Atualmente, outras dimensões têm sido incorporadas, como a cultural, baseada no respeito à identidade local.

Em todas as fases do ciclo de vida dos edifícios - construção, operação ou demolição - há impactos sociais, econômicos e ambientais. Segundo o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS), os impactos da construção civil no Brasil são revelados nos seguintes dados: consome 75% dos recursos naturais extraídos no país; em sua operação, é responsável por cerca de 50% do consumo de energia elétrica e 21% do de água; e a geração de resíduos é da ordem de 450 kg/hab.ano, representando entre 20% e 25% do total de resíduos da indústria brasileira (CBIC, 2011).

A indústria da construção civil é considerada o maior consumidor de recursos do planeta, muitos dos quais não renováveis (JOHN; OLIVEIRA; LIMA, 2007). Portanto, é premente que a seleção tecnológica seja feita visando à redução do impacto da extração de matérias primas, do consumo energético e da emissão de gases do efeito estufa.

Oliveira; Melhado e Mitidieri Filho (2013) afirmam que a seleção tecnológica realizada nas etapas preliminares do projeto, compatibilizando-se as exigências do programa de necessidades com as tecnologias possíveis de serem adotadas, tem potencial para incrementar os níveis de desempenho e de sustentabilidade do ambiente construído. Ao contrário, escolhas inadequadas nessa etapa geram impacto em todo processo de produção da edificação e do seu entorno.

Portanto, o atendimento às demandas de sustentabilidade remete à exigência de adequada seleção tecnológica para diferentes subsistemas do edifício.

O arquiteto, enquanto profissional atuante desde o início do processo de projeto, é protagonista da seleção tecnológica. Comumente, cabe a ele auxiliar o cliente a definir os requisitos para o empreendimento, entre eles, os de sustentabilidade.

São muitos os subsistemas que compõem o edifício. Neste trabalho, o foco é para vedações verticais externas de edifícios (VVE), isto é, as fachadas, uma

vez que este subsistema apresenta importante influência nos custos de produção, na logística e planejamento da obra, no desempenho e no atendimento às expectativas estéticas do cliente para o edifício. Além disso, a discussão sobre impactos ambientais decorrentes da seleção tecnológica da VVE torna-se relevante na medida em que influencia, não apenas no consumo de materiais, mas principalmente no consumo energético do edifício.

Apesar da alvenaria representar uma tradição construtiva, a busca por redução do impacto ambiental tem impulsionado o desenvolvimento de alternativas para produção das VVE das edificações, como: vedações com estruturas leves de aço (*light steel framing*), fachadas com vidro, painéis metálicos isolantes e painéis pré-fabricados de concreto.

Entende-se que as tecnologias de VVE pré-fabricadas possuem potencial de crescimento no país, principalmente, por contribuírem para a redução do prazo de execução, o que é determinante em algumas obras. No entanto, mais recentemente, aspectos sócio ambientais vêm tornando a escolha pela pré-fabricação mais complexa (HORMAN et. al, 2006).

Assim, o objetivo deste artigo é levantar princípios de sustentabilidade aplicáveis na escolha de tecnologias para VVE e propor diretrizes para sua adoção no projeto de arquitetura.

A revisão bibliográfica foi o método utilizado para identificar os princípios de sustentabilidade nos conceitos de: Desmaterialização; Análise do Ciclo de Vida (ACV); Projeto para Desconstrução (*Design for Deconstruction - DfD*); e Sistemas Construtivos Industrializados, Flexíveis e Desmontáveis (*Industrialised, Flexible and Demountable Building Systems - IFD*).

2 PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE APLICÁVEIS NA ESCOLHA DE TECNOLOGIAS PARA VVE

2.1 Desmaterialização

A aplicação do conceito de desmaterialização contribui para mitigação dos impactos ambientais, pois consiste na redução da massa dos materiais de construção. Outra forma de desmaterializar é aumentar a durabilidade de produtos e soluções, ou seja, projetar para uma vida útil elevada, com espaços que admitam ampliações e reformas futuras, evitando a demolição do edifício que, apesar de apresentar integridade estrutural, torna-se obsoleto em função de seus espaços pouco flexíveis (AGOPYAN; JOHN, 2011).

A utilização de vedações com menor densidade que a alvenaria proporciona redução da massa, reduzindo a demanda por agregados e aglomerantes, além de reduzir a carga exercida sobre estrutura e fundações, o que possibilita otimizar seu dimensionamento. Porém, a escolha da vedação vertical externa não deve restringir-se à busca por redução de massa, mas, entre outros, deve considerar o atendimento aos requisitos de

desempenho térmico, para garantia do conforto no ambiente interno da edificação, conforme o clima local. A redução da massa também proporcionará menor quantidade de resíduos após o tempo de vida útil do edifício (FONTENELLE, 2012) e os materiais empregados devem ser recicláveis e não agressivos ao meio ambiente.

Fontenelle (2012) comparou a massa por metro quadrado de paredes de vedação produzidas com a tecnologia de *steel frame* e painéis leves, com a tecnologia de alvenaria de blocos de concreto (Quadro 1). O autor verificou redução de 77% da massa empregada na vedação com placas cimentícias em relação à vedação de blocos de concreto. Esta proporção torna a tecnologia de *steel frame* e painéis leves uma potencial alternativa para produção de edifícios com menor impacto ambiental, devido ao seu menor consumo de material. Porém, para avaliar se, de fato, o impacto ambiental da tecnologia é menor, também é necessária uma avaliação do consumo de energia durante a fabricação dos componentes, como perfis metálicos.

Quadro 1 - Massa por metro quadrado de vedação para tecnologia de *steel frame* e painéis leves e de alvenaria de blocos de concreto

tecnologia de vedação	**especificação**	**massa por metro quadrado de vedação**
steel frame e painéis leves	placa cimentícia (e=12mm) steel frame - perfil "Ue" (100x40x17x1,2) / perfil "U" (100x40x1,2) isolante térmico (e=100mm) placa de gesso acartonado (standard - ST)	**41,83 kg/m²**
alvenaria de blocos de concreto	bloco de concreto (14x19x39cm) argamassa de assentamento revestimento externo c/ emboço de argamassa revestimento interno c/ gesso sobre bloco	**180,9 kg/m²**

Fonte: Adaptado de Fontenelle (2012)

2.2 Avaliação de Ciclo de Vida (ACV)

A Avaliação de Ciclo de Vida (ACV) é um método utilizado na avaliação dos efeitos ambientais de um produto. Na construção civil, uma edificação ou uma parte dela pode ser considerada um produto.

A ACV ajuda a identificar em quais fases pode haver melhora de desempenho, além de ajudar na definição dos indicadores mais relevantes e de um plano de ações efetivo, com estabelecimento de metas que podem ser medidas e monitoradas. É possível analisar desde a aquisição das matérias-primas até a disposição final dos produtos e, assim, verificar quais fases são responsáveis pelos maiores impactos e quais são passíveis de serem atenuadas (CBCS).

As principais metas do conceito de ciclo de vida são reduzir o uso de recursos dos produtos e emissões de gases para o meio ambiente tanto

quanto melhorar seus desempenhos sócio-econômicos por meio dos seus ciclos de vida (BESSA, 2010).

A fim de tornar a Avaliação de Ciclo de Vida mais praticável, o CBCS criou uma plataforma de informações com indicadores de sustentabilidade de materiais, produtos e componentes, chamada Avaliação de Ciclo de Vida Modular (ACV-m). O CBCS tem como meta envolver o setor de construção para levantamento dos principais produtos, sob cinco aspectos mínimos:

- Consumo de energia;
- Consumo de água;
- Consumo de matérias-primas;
- Geração de resíduos;
- Emissão de CO2.

Um exemplo de contribuição da Análise do Ciclo de Vida pode ser verificada no trabalho de Bessa (2010), que desenvolveu uma metodologia de avaliação das emissões de CO2 geradas durante o ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritório. A autora analisou três tipos de fachada: *structural glazing*, alvenaria revestida com argamassa e alvenaria revestida com ACM (alumínio composto). São comparadas entradas (energia e materiais consumidos) em relação às saídas (resíduos, emissões atmosféricas, efluentes gerados), considerando o processo de produção e uso das fachadas, que envolvem etapas de extração, processo de transformação, fabricação e montagem, instalação, uso e disposição final.

Os resultados obtidos por Bessa (2010) mostram que as fachadas que mais emitem CO2, por área de fachada, são, em ordem decrescente: *structural glazing* com vidro incolor; fachadas vedadas com tijolo cerâmico e revestidas com ACM; *structural glazing* com vidro refletivo; e fachadas vedadas com alvenaria e revestidas com argamassa (Tabela 1).

Tabela 1 - Emissão de CO2 por área de fachada

Tipologia de fachada	Emissão de CO_2 (kg CO_2/m^2 de fachada)
Structural glazing com vidro incolor	122
Structural glazing com vidro refletivo	97
Vedada com alvenaria de bloco de concreto e revestida com argamassa	81
Vedada com alvenaria de tijolo cerâmico e revestida com argamassa	81
Vedada com alvenaria de tijolo cerâmico e revestida com ACM novo	114
Vedada com alvenaria de tijolo cerâmico e revestida com ACM oxidado	116

Fonte: Bessa (2010)

Antes de obter os resultados de emissão de CO2 para todo o ciclo de vida das fachadas, Bessa (2010) analisou a emissão de CO2 somente na fase de uso, quando se faz necessária a verificação do consumo de energia elétrica devido ao sistema de ar condicionado para suprir a demanda de carga

térmica de determinado tipo de fachada. Os resultados mostram que as fachadas que mais emitem CO2, na fase de uso, são, em ordem decrescente: *structural glazing* com vidro incolor (fase de uso contribui com 59% das emissões); *structural glazing* com vidro refletivo (fase de uso contribui com 49% das emissões); fachadas vedadas com alvenaria e revestidas com ACM (fase de uso contribui com 30% das emissões); e fachadas vedadas com alvenaria e revestida com argamassa (fase de uso contribui com 40% das emissões).

Outro aspecto destacado por Bessa (2010), que influencia na Análise do Ciclo de Vida, refere-se aos produtos importados, pois é necessário considerar as emissões das matrizes energéticas dos países onde foram fabricados.

2.3 Estratégia do uso de materiais de ciclo fechado em edifícios

A chamada estratégia do uso de materiais de ciclo fechado em edifícios (Closed-loop material strategy in buildings), sugerida por Kibert (2008) apud Jaillon; Poon(2014), converge com o pensamento do ciclo de vida, pois reforça que a construção deve ser constituída por materiais recuperáveis e reutilizáveis ao final da vida útil, reduzindo, assim, a extração de recursos para realização de novos produtos. A estratégia do uso de materiais de ciclo fechado em edifícios deve garantir a utilização de:

- produtos (edifícios) capazes de serem desconstruídos (deconstructable);
- produtos desmontáveis;
- materiais e componentes recicláveis;
- produtos e materiais que não agridam o meio ambiente na fase de produção e utilização do edifício;
- materiais que não agridam o meio ambiente ao término do ciclo de vida do edifício, durante sua reciclagem.

Dois conceitos estão relacionados à estratégia do uso de materiais de ciclo fechado: *Projeto para desconstrução (Design for deconstruction - DfD) e Sistemas construtivos industrializados, flexíveis e desmontáveis (Building systems that are industrialised, flexible and demountable - IFD)*(JAILLON; POON, 2014).

O crescente interesse no tema sustentabilidade pode incentivar a indústria da construção a encontrar estratégias para aplicar sistemas construtivos que incorporem princípios de *DfD* e *IFD*, ainda que hoje não sejam prática comum na indústria da construção, uma vez que tais princípios contribuem significativamente para a agenda da sustentabilidade (JAILLON; POON, 2014). Portanto, no processo de definição de VVE, o projetista deve levar em conta tais princípios, objetivando atender às demandas por sustentabilidade.

2.3.1 Design for deconstruction (DfD)

A expressão ***Design for deconstruction*** (***DfD***) envolve princípios de projeto para garantir e facilitar a desconstrução parcial ou total do edifício para reutilização e reciclagem de seus componentes ao final de sua vida útil.

Pode-se dizer que, ainda que a expressão seja relativamente recente, o conceito em si não é, mesmo sendo pouco utilizado pelos projetistas. A construção do Escritório Zanettini Arquitetura é um exemplo em que os princípios de ***DfD*** foram aplicados, no ano de 1987. Trata-se de uma construção projetada em estrutura de aço e vedos em painéis leves. A adoção dos princípios de ***DfD*** permitiram a desconstrução da estrutura metálica em dez dias (Figura 1) e posterior remontagem em outro terreno na cidade de São Paulo. Foram necessárias algumas modificações dos perfis em fábrica para compor o projeto do novo escritório, que precisou adequar-se às exigências legais atuais.

Figura 1 - Desconstrução do antigo Escritório Zanettini Arquitetura



Fonte: Revista Arquitetura & Aço (Jun. 2015)

O uso de elementos pré-fabricados, inclusive na produção de VVE, facilita o controle quanto à utilização de materiais recicláveis e materiais tóxicos e prejudiciais à saúde. Para permitir a desconstrução total ou parcial do edifício, as ligações entre componentes pré-fabricados devem ser substituídas por fixações mecânicas (por exemplo, adoção de ligações aparafusadas, em vez de soldas; ou emprego de revestimentos fixados por dispositivos, em vez de aderidos/colados). Além de evitar compostos orgânicos voláteis (VOC's), que podem estar presentes nos adesivos, a fixação mecânica permite a substituição dos elementos ao final da vida útil ou quando houver necessidade de reparos.

2.3.2 Sistemas construtivos industrializados, flexíveis e desmontáveis (IFD)

Nos sistemas construtivos industrializados, flexíveis e desmontáveis (***IFD***), o termo industrializado significa que os sistemas seguem os princípios da industrialização em que o acoplamento mecânico é um dos elementos fundamentais; "flexível" refere-se a possíveis mudanças no leiaute ao longo

do tempo (requisitos dos usuários); desmontável refere-se à possibilidade de desmontagem de componentes para manutenção ou reutilização em outro local. A junta-seca é uma condição para configurar sistemas construtivos *IFD*.

Nesses sistemas, a demolição total ou parcial do edifício pode ser evitada, sendo substituída pela desmontagem que contribuirá para a sustentabilidade.

Crowther (2002) e Smith (2010) descrevem princípios e estratégias do *Projeto para Desmontagem*, baseados no conceito de construtibilidade (*Buildabilty*):

a) Minimizar o número de tipos de elementos diferentes;
b) Adoção de sistemas construtivos "abertos", formado por componentes intercambiáveis;
c) Projeto modular - componentes e elementos constituintes do edifício são compatíveis dimensional e funcionalmente;
d) Adoção de técnicas de montagem (mão de obra e equipamentos) compatíveis com a prática de construção;
e) Garantia de acesso a todas as partes do edifício;
f) Utilização de elementos construtivos projetados para permitir sua movimentação;
g) Previsão de pontos para movimentação dos elementos;
h) Previsão de tolerâncias realistas para permitir movimento dos elementos durante desmontagem;
i) Definição em projeto de juntas e conectores que suportem repetição de processos de montagem e desmontagem;
j) Desmontagem em paralelo, em vez de desmontagem sequencial;
k) Uso de elementos pré-fabricados;
l) Fornecimento de peças adicionais para serem armazenadas no local (substituição das danificadas);
m) Documentação de todas informações sobre produção e montagem do edifício.

3 DIRETRIZES PARA SELEÇÃO TECNOLÓGICA DE VVE BASEADAS EM PRINCÍPIOS DE SUSTENTABILIDADE

Como diretrizes gerais para o projeto de arquitetura, que impactam positivamente no atendimento aos requisitos de sustentabilidade, têm-se: adoção de estratégias passivas de conforto ambiental para implantação do edifício, como orientação solar, sombreamento e aproveitamento da ventilação e iluminação natural; e adoção da coordenação modular, com verificação se a malha modular da estrutura é adequada à modulação usual de elementos de vedação vertical externa.

As diretrizes baseadas nos princípios de sustentabilidade identificados na revisão bibliográfica, a serem adotadas nos projetos de arquitetura visando à

seleção tecnológica de vedações verticais externas, estão sintetizados na sequência:

a) Adotar soluções mais duráveis e flexíveis. Para VVE, a adoção da coordenação modular pode conferir flexibilidade ao subsistema e permitir a intercambialidade de componentes e elementos;
b) Especificar produtos duráveis (maior vida útil);
c) Escolher tecnologias de VVE com baixa densidade, a fim de reduzir a massa do subsistema, demanda por agregados e aglomerantes,carga exercida sobre a estrutura e quantidade de resíduos gerados após o tempo de vida útil;
d) Escolher tecnologias construtivas pré-fabricadas para VVE, que sejam de fácil remoção e facilitem modificações na edificação ao longo do tempo e possibilitem reuso ou reciclagem após demolição;
e) Utilizar informações levantadas sobre Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) de tecnologias de vedação vertical externa (efeitos ambientais, desde a extração de matérias-primas até a disposição final dos seus resíduos);
f) Especificar elementos de VVE constituídos por materiais com baixo consumo de recursos, geração de resíduos e emissão de CO2 (por exemplo, materiais de reuso com conteúdo reciclado ou rapidamente renovável, materiais regionais, madeira certificada ou de reflorestamento, tintas com baixa toxicidade, etc.);
g) Empregar elementos pré-fabricados, que evitam VOC's (compostos orgânicos voláteis) e permitem a substituição dos elementos ao final da vida útil ou quando houver necessidade de reparos;
h) Minimizar o número de tipos diferentes de componentes e ou elementos para composição da VVE;
i) Adotar elementos de VVE intercambiáveis;
j) Identificar se há disponibilidade de empresas especializadas e equipamentos para montagem de componentes e elementos de VVE no local da obra;
k) Utilizar componentes e elementos de VVE projetados com previsão de pontos de içamento para permitir sua movimentação na montagem e desmontagem;
l) Prever tolerâncias realistas para permitir movimento dos elementos de VVE durante desmontagem;
m) Definir em projeto juntas e conectores que suportem repetição de processos de montagem e desmontagem dos elementos de VVE;
n) Adotar componentes e elementos de VVE que possibilitem desmontagem em paralelo, em vez de desmontagem sequencial;
o) Fornecer componentes e elementos de VVE adicionais para serem armazenados no local (em caso de substituição);
p) Em parceria com o fornecedor da tecnologia, documentar as informações sobre produção e montagem de elementos de VVE, assegurando o conhecimento e preservação do conceito de "projeto

para desmontagem".

Logo no início do processo de projeto de arquitetura, na fase de concepção do edifício e na busca de uma solução formal, deve-se priorizar o desempenho ambiental, econômico e social do empreendimento.

Um projeto que adote princípios de sustentabilidade deve ter início considerando-se o contexto no qual o edifício se insere e as decisões que compõem o partido arquitetônico, confrontando parâmetros de sustentabilidade com demais exigências para o empreendimento.

Deve-se considerar também que edifícios que busquem adotar estes princípios tendem a apresentar custos menores de operação e manutenção, ainda que, no Brasil, muitas vezes resulte em custos diretos mais elevados. O empreendedor deve ser conscientizado sobre esta economia, para que se viabilizem investimentos em medidas para atender às exigências de sustentabilidade.

4 CONCLUSÕES

Como resultado, são relacionadas diretrizes para seleção tecnológica de VVE, voltadas aos projetistas de arquitetura, e baseadas nos princípios de sustentabilidade. De modo geral, tais princípios convergem para a meta de reduzir o consumo de recursos e emissões de gases de efeito estufa para o meio ambiente, contribuir para eficiência energética, bem como aumentar a durabilidade dos edifícios. Destaca-se o princípio de Desmaterialização, por fornecer dados relevantes para a seleção tecnológica de VVE, como a comparação da quantidade de massa por metro quadrado de vedação entre tecnologias diversas, um indicador de consumo de recursos. Com a Análise do Ciclo de Vida (ACV) é possível encontrar, por exemplo, dados de emissão de CO2 por área de fachada para uma determinada tecnologia. As estratégias de IFD e DfD também podem influenciar diretamente na seleção tecnológica da VVE, como ao recomendar a adoção de tecnologias que utilizem fixações mecânicas (aparafusadas) para permitir desmontagem de elementos construtivos para manutenção ou reutilização em outro local, o que torna o edifício mais flexível e, portanto, mais durável. O conhecimento desses indicadores e estratégias de projeto contribui para avaliação das alternativas e uma tomada de decisão pautada nas demandas de sustentabilidade para a produção das VVE do edifício.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, V.; JOHN, V.; GOLDEMBERG, J. (Coord.). **O desafio da sustentabilidade na construção civil**. São Paulo: Blucher, 2011. v. 5. (Série Sustentabilidade).

BESSA, V. M. T. **Contribuição à metodologia de avaliação das emissões de dióxido de carbono no ciclo de vida das fachadas de edifícios de escritórios**. 2010. 263 p. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

CBCS (Conselho Brasileiro de Construção Sustentável). **Impactos da Construção**. Disponível em: <http://www.cbcs.org.br/construcaosutentavel/introducao.php> Acesso em: 15 dez. 2015.

CBIC (Câmara Brasileira da Indústria da Construção). **Desenvolvimento com sustentabilidade**. 2011. 30 p. Disponível em: <http://www.cbic.org.br/sites/default/files/Programa-Construcao-Sustentavel.pdf> Acesso em: 20 dez. 2015.

CROWTHER, Philip. Design for buildability and the deconstruction consequences. In: CIB TASK GROUP 39 – DECONSTRUCTION MEETING, 2002. Karlsruhe. **CIB Publication, n. 272.** Karlsruhe: University of Karlsruhe; Florida: University of Florida, 2002, p. 6-14.

DE PAULA, N.; UECHI, M. E.; MELHADO, S. B. Novas demandas para as empresas de projeto de edifícios**. Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 137-159, 2013.

FONTENELLE, J. H. **Sistema de fixação e juntas em vedações verticais constituídas por placas cimentícias:** estado da arte, desenvolvimento de um sistema e avaliação experimental. 2012. 219 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

HORMAN et. al. Delivering Green Buildings: Process Improvements for Sustainable Construction. **Journal of Green Building**, v. 1, n. 1, p. 123-140, 2006.

JAILLON, L.; POON, C. S. Life cycle design and prefabrication in buildings: A review and case studies in Hong Kong. **Automation in Construction**, v. 39, p. 195–202, 2014.

JOHN, V. M.; OLIVEIRA, D. P.; LIMA, J. A. R. **Levantamento do estado da arte**: Seleção de materiais. Projeto Finep - Tecnologias para construção habitacional mais sustentável. São Paulo. 2007. 58 p. (Documento 2.4).

N. F. A boa arquitetura. **Revista Arquitetura & Aço**, São Paulo, n. 30, p. 10-12, jun. 2015.

OLIVEIRA, L. A.; MELHADO, S. B.; MITIDIERI FILHO, C. V. Seleção tecnológica baseada em requisitos de desempenho e de sustentabilidade. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO,6., 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013, p. 1-11.

SMITH, R. E. **Prefab architecture**: a guide to modular design and construction. New Jersey: John Wiley & Sons, 2010. 366 p.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA A REALIZAÇÃO DE ESTUDOS DE AVALIAÇÃO DE CICLO DE VIDA (ACV) PARA PRODUTOS DE CONSTRUÇÃO[1]

SILVA, Fernanda (1); ARDUIN, Rachel (2); SOUZA, Caroline (3); VINHAL, Laís (4); TEIXEIRA, Cláudia (5); OLIVEIRA, Luciana (6)

(1) IPT, e-mail: fbsilva@ipt.br; (2) IPT, e-mail: rachel@ipt.br; (3) IPT, e-mail: caroline@ipt.br; (4) UFScar, e-mail: laiscruzeiro@yahoo.com.br; (5) IPT, e-mail: cteixeira@ipt.br; (6) IPT, e-mail: luciana@ipt.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é discutir aspectos metodológicos relacionados à aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida (ACV), do berço ao portão, para avaliação de desempenho ambiental de produtos da construção. A metodologia consiste no estudo das normas e referências sobre ACV e na coleta de dados primários para elaboração de inventários de ciclo de vida de produtos de construção, apresentando-se neste artigo o estudo de caso do bloco de concreto estrutural. São discutidos os seguintes aspectos metodológicos: definição do objetivo e escopo; obtenção de dados primários; obtenção e adaptação de dados secundários; alocação; incertezas; cálculo de indicadores ambientais e cuidados na divulgação dos resultados. Conclui-se que, apesar da complexidade, a ACV quando bem fundamentada permite uma avaliação objetiva do desempenho ambiental de produtos da construção, podendo subsidiar melhores tomadas de decisão com base em critérios ambientais.

Palavras-chave: Avaliação do Ciclo de Vida. Desempenho Ambiental. Sustentabilidade. Produtos de Construção.

ABSTRACT

The aim of this work is to discuss methodological aspects related to the application of cradle-to-gate Life Cycle Assessment (LCA) to assess the environmental performance of construction products. The methodology consists of a review of standards and references about LCA, followed by primary data collection in order to develop life cycle inventories of construction products. This work presents the case study of the structural concrete block. The following methodological aspects are discussed: aim and scope definition; primary data collection; secondary data collection and adaptation; allocation; uncertainties; environmental impact indicators calculation and precautions in the disclosure of results. We conclude that, besides the complexity, when properly carried out, LCA allows an objective assessment of the environmental performance of building products, being thus able to subsidize better decision making based on environmental criteria.

***Keywords**: Life Cycle Assessment. Environmental Performance. Sustainability. Construction Products.*

[1] SILVA, Fernanda *et al.* Aspectos metodológicos para a realização de estudos de avaliação de ciclo de vida (ACV) para produtos de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A crescente preocupação com sustentabilidade na construção traz à tona a necessidade de métodos confiáveis e objetivos de avaliação do desempenho ambiental (LASVAUX et al., 2015).

A Avaliação do Ciclo de Vida (ACV) é um método normatizado pela NBR ISO 14040 (ABNT, 2014) e NBR ISO 14044 (ABNT, 2014a), que visa quantificar os impactos ambientais de qualquer produto, seja ele um bem ou um serviço, ao longo do seu ciclo de vida (LASVAUX et al., 2015). Como ciclo de vida, entende-se "*estágios consecutivos e encadeados de um sistema de produto, desde a aquisição da matéria-prima ou de sua geração a partir de recursos naturais até a disposição final*" (ABNT, 2014a).

No Brasil, o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e o Ministério do Meio Ambiente indicam a ACV como método adequado para a avaliação de aspectos ambientais de produtos de construção (CBCS, MMA, PNUMA, 2014). O Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia (INMETRO) publicou recentemente a Portaria nº 100 (INMETRO, 2016), que institui o Programa de Rotulagem Ambiental Tipo III – DAP, no âmbito do Programa Brasileiro de Avaliação do Ciclo de Vida (PBACV), baseado na NBR ISO 14025 (ABNT, 2015). Observa-se, portanto, que o tema vem se consolidando no país.

No entanto, é necessário que o desenvolvimento de estudos de ACV esteja pautado por aspectos metodológicos adequados. Um exemplo é o uso de dados compatíveis com o contexto retratado, pois estudos de ACV requerem uma quantidade significativa de informações. A base nacional de inventários de ciclo de vida (ICV) ainda se encontra em estágio inicial de desenvolvimento, sendo necessário recorrer a bases de dados internacionais, o que requer adaptações ao cenário nacional, tal como explorado por Colodel (2008) e Oliveira et al. (2013).

Além disso, por ser uma avaliação de caráter sistêmico e complexo, são necessários cuidados quanto a aspectos metodológicos estipulados pelas normas técnicas e documentos de referência sobre o tema, para garantir a credibilidade dos estudos de ACV.

O presente trabalho discute alguns destes aspectos metodológicos, relativos ao uso da ACV para avaliação do desempenho ambiental de produtos da construção, considerando o contexto brasileiro.

2 METODOLOGIA

Esta discussão é fruto de um projeto de pesquisa, cujo objetivo é estabelecer um método para a avaliação do desempenho ambiental de produtos de construção, com base em ACV, considerando desde a extração de recursos naturais até o produto pronto e estocado na fábrica, o que na nomenclatura de ACV é conhecido como "berço ao portão".

O desenvolvimento do método se baseou inicialmente na revisão das principais normas técnicas sobre ACV, além do ILCD *Handbook* (EUROPEAN

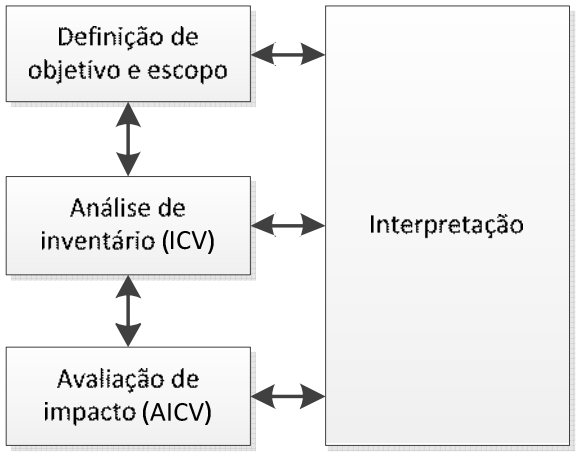
COMISSION, 2010). Realizaram-se visitas a fabricantes nacionais para coleta de dados do processo de fabricação dos produtos de construção. Para os processos à montante, utilizaram-se dados de literatura e da base de dados Ecoinvent (versão 3.1), com adaptações. A compilação dos dados de inventário foi feita utilizando-se o software Simapro, versão 8.1.1.16.

Neste artigo, os aspectos metodológicos serão abordados por meio do estudo de caso do bloco de concreto estrutural.

3 ASPECTOS METODOLÓGICOS PARA A REALIZAÇÃO DE ESTUDOS DE ACV

Conforme a NBR ISO 14040 (ABNT, 2014), a Avaliação de Ciclo de vida consiste das fases apresentadas na Figura 1.

Figura 1 - Fases de uma ACV.



Fonte: NBR ISO 14040 (ABNT, 2014a).

Detalhes destas fases serão abordados nos itens subsequentes. Dependendo do objetivo, o estudo pode não incluir a fase de avaliação de impacto e, neste caso, é denominado estudo de ICV (ABNT, 2014a).

Observa-se, portanto, que a ACV é uma técnica iterativa, sendo necessárias sucessivas análises críticas e eventuais revisões de fases anteriores para garantir a consistência do estudo.

3.1 Definição do objetivo e escopo

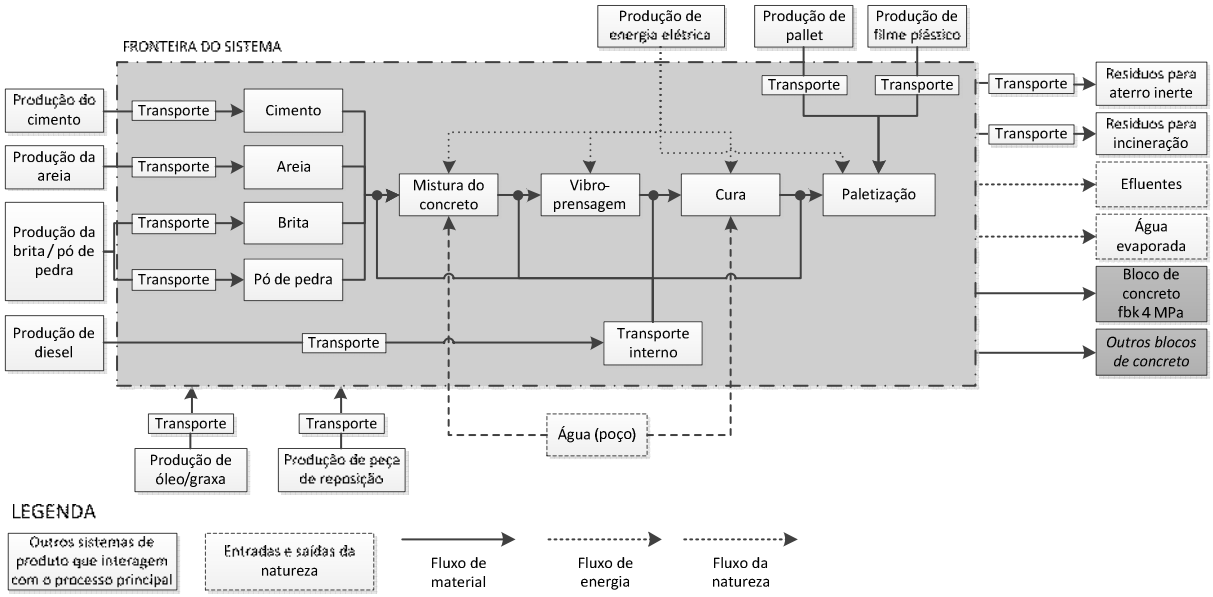
Na definição do objetivo, devem constar a aplicação e a justificativa do estudo, pois isso influencia o nível de detalhamento dos dados (ABNT, 2014). No exemplo, o objetivo consistiu apenas em caracterizar o desempenho ambiental do bloco de concreto do berço ao portão, o que permitiu coletar os dados de forma agregada (ex.: consumo de energia elétrica da fábrica como um todo). Contudo, se o objetivo fosse identificar oportunidades de melhoria do desempenho ambiental da fabricação, seriam necessários dados unitários para cada etapa do processo (ex.: consumo de energia elétrica de cada máquina).

No objetivo deve-se informar o público-alvo e se os resultados serão utilizados em afirmações comparativas, o que exige cuidados específicos, conforme será discutido no item 3.8. No caso, o público-alvo são consumidores técnicos dos blocos de concreto, e não se previram comparações.

O ponto fundamental do escopo consiste na definição do sistema de produto e da sua unidade funcional, à qual os resultados de estudos de ACV são correlacionados. A Figura 2 ilustra a definição do sistema de produto do bloco de concreto, do berço ao portão.

A modelagem do sistema de produto inclui a identificação de todos os processos, com suas entradas (matérias-primas, materiais auxiliares, água e energia) e saídas (produto ou produtos, no caso de processos de fabricação que resultem em múltiplos produtos; resíduos para tratamento; e emissões para o ar, água e solo).

Figura 2 - Definição do sistema de produto para o bloco de concreto.



Fonte: Elaborado pelos autores.

Não foram inclusas no sistema de produto do exemplo as fases de obra, de uso do edifício e de demolição. Portanto, não está sendo considerado todo o ciclo de vida do produto e, por este motivo, não se pode afirmar que a análise em questão é um "estudo de ACV" (ISO, 2007). Trata-se de uma avaliação do desempenho ambiental do produto "com base em ACV".

A unidade funcional é o desempenho quantificado do sistema de produto, utilizada como unidade de referência (ABNT, 2014). Entretanto, quando o escopo não cobre todo o ciclo de vida do produto, adota-se o termo "unidade declarada" (ISO, 2007). A unidade declarada adotada foi 1 kg de bloco de concreto de 14 x 19 x 39 cm e resistência característica à compressão de 4 MPa. Um exemplo de unidade funcional seria "1 m² de parede estrutural com isolação sonora R_w = 30 dB, com vida útil de 40 anos".

Nesta fase devem ser especificados os critérios de corte, pois é impossível, na prática, considerar 100% das entradas e saídas de um sistema de produto. A

NBR ISO 14044 (ABNT, 2014a) recomenda adotar três critérios simultâneos: massa, energia e significância ambiental. Os dois primeiros são expressos em termos das entradas que, cumulativamente, contribuam com uma porcentagem da massa ou da energia total (no exemplo, adotou-se 95%). Quanto à significância ambiental, incluíram-se itens que causassem toxicidade ao meio-ambiente ou fossem classificados como resíduos perigosos conforme a NBR 10004 (ABNT, 2004) – por exemplo, o óleo de manutenção das máquinas, que seria excluído pelos demais critérios.

Ainda nesta fase, devem-se escolher os indicadores de impacto ambiental e os métodos para seu cálculo, pois isso subsidia a coleta de dados (ex.: para avaliar um indicador de impacto relacionado à qualidade da água, pode ser necessário efetuar uma análise química dos efluentes). Este tópico será abordado no item 3.6.

3.2 Coleta de dados primários

A coleta de dados é a etapa que mais demanda esforço e tempo no estudo de ACV e se divide entre dados primários, ou seja, obtidos diretamente dos locais de produção, e dados secundários (item 3.3). Considerando-se o objetivo estabelecido, foram coletados dados primários da fábrica de blocos de concreto (processo principal). Para isso, elaborou-se um formulário de coleta de dados, que contemplou:

- As especificações e quantidades de todas as entradas;
- As origens das entradas, os tipos de veículo e distâncias de transporte;
- Os equipamentos utilizados e os respectivos tempos de uso e consumo de combustível;
- O consumo mensal de energia elétrica;
- As quantidades de materiais gastos e periodicidade de operações de manutenção;
- As quantidades de resíduos e sua destinação;
- Dados mensais de produção em termos de quantidade e massas unitárias, por tipo de bloco.

Os dados de produção possibilitam a correlação das entradas e saídas à unidade declarada (ex.: kWh/kg de bloco).

A maior parte dos dados foi obtida de controles de produção do fabricante, exceto à água, pois não havia controle da quantidade gasta na câmara de cura, sendo necessário interromper o bombeamento de água do poço e medir o volume consumido e o número correspondente de blocos curados. Outra medição necessária para relatar os fluxos de água é a da umidade dos agregados; entretanto, não foi possível fazê-la e este índice foi estimado baseado na literatura. Sugere-se enviar com antecedência o formulário de coleta de dados ao fabricante, para que o mesmo possa organizar os dados existentes e providenciar as informações eventualmente não controladas até

então.

Além disso, devido à contribuição voluntária do fabricante para a pesquisa, foram disponibilizados dados de apenas um mês de produção. Recomenda-se, no entanto, coletar dados referentes a no mínimo um ano, para contemplar eventuais sazonalidades e variações no processo de produção. Doze meses também é o período mínimo de cobertura dos dados para a elaboração de Declarações Ambientais de Produto conforme a DIN EN 15804 (DIN, 2014).

3.3 Uso de dados secundários

Considerando-se a impossibilidade de coleta de dados primários em todas as instalações de processos à montante (fábrica de pallets, usina de geração de energia, entre outros), é comum o uso de dados secundários. Entretanto, deve-se observar tanto a qualidade destes dados, quanto sua representatividade na realidade local. As fontes destes dados devem ser identificadas e documentadas.

Uma das fontes de dados para estudos de ACV são bases de dados internacionais, considerando que o sistema nacional de inventários de ciclo de vida ainda está em desenvolvimento. Adotou-se no estudo a base de dados Ecoinvent, devido à apresentação dos ICVs de forma detalhada e à disponibilidade de metadados, o que permite realizar adaptações à realidade brasileira, tais como:

- Adotou-se um tipo de cimento com teor de clínquer correspondente ao CP-V-ARI, utilizado no bloco de concreto em estudo;
- Adotou-se um módulo para a operação dos caminhões de transporte com o padrão "Euro 3" de emissões, que corresponde ao padrão brasileiro "Proconve P5", predominante na frota de caminhões circulante no país (ANP, 2013; BRASIL, 2014);
- Adotou-se um módulo disponível no Ecoinvent de fornecimento de eletricidade que considera a matriz energética brasileira;
- Analisaram-se os ICVs para a produção de areia e brita e constatou-se que há diferenças significativas entre o Ecoinvent e as condições brasileiras. Considerando-se que os agregados compõem grande parte da massa do produto, realizou-se o levantamento de dados primários também em fornecedores de areia e brita, pois não havia dados nacionais de literatura na qualidade e configuração desejadas.

Para os demais dados, foram adotados os ICVs disponíveis no Ecoinvent.

3.4 Construção do inventário

No inventário de ciclo de vida, os dados precisam ser correlacionados à unidade funcional ou declarada.

Para as matérias-primas do concreto, o cálculo consistiu em dividir o consumo pela massa do bloco. Para o pallet, levantou-se sua vida útil

(número de usos antes do descarte) e a quantidade de blocos carregados neste período. Para o molde de aço da vibroprensa, estimou-se a vida útil (em ciclos), sua massa e o número de blocos prensados por ciclo. Para os demais itens, (por exemplo, energia elétrica), com dados mensais, dividiu-se o consumo pela produção do mês, expressa em massa.

Entretanto, há alguns itens do ICV que não foram medidos. Para o cálculo das saídas de água (evaporação e efluentes), adotou-se o seguinte procedimento:

- Calculou-se a entrada de água para mistura do concreto, composta pela água da umidade dos agregados e da água adicionada ao misturador;
- A literatura indica que a quantidade de água que reage com o cimento corresponde à 23% da massa de cimento (NEVILLE; BROOKS, 2013). Descontou-se essa quantidade da água de mistura e considerou-se que o restante evapora na secagem do bloco;
- Considerou-se que toda a água utilizada na cura úmida do bloco condensa na câmara, é captada e se torna efluente.

É importante documentar a memória de cálculo do inventário, para permitir sua verificação por alguém que não tenha participado diretamente da coleta de dados ou mesmo por uma terceira parte, o que é necessário quando se fazem afirmações comparativas divulgadas publicamente (ABNT, 2014a). Recomenda-se ainda o cálculo do balanço de massa e de energia dos processos, para conferir se as quantidades de entradas e saídas correspondem.

3.5 Alocação

É possível que o produto para o qual o estudo de ACV está sendo desenvolvido seja proveniente de um processo de fabricação que gere outros produtos (o que na nomenclatura de ACV é denominado como "co-produtos") e que não seja viável coletar as informações de inventário separadamente para cada produto. Neste caso, torna-se necessária a divisão "artificial" das entradas e saídas entre os co-produtos, o que é denominado "alocação".

A NBR ISO 14044 (ABNT, 2014a) apresenta a seguinte hierarquia de procedimentos de alocação:

1. Evitar a alocação, por meio da subdivisão dos processos elementares ou expansão do sistema. Essa orientação nem sempre é viável: no exemplo, a subdivisão significaria obter dados específicos para cada produto (ex.: consumo de água para cura de cada tipo de bloco, sendo que blocos de diferentes tipos ficam juntos na câmara de cura). A expansão do sistema, no exemplo, consistiria em declarar o impacto conjunto de todos os tipos de bloco, o que prejudica o uso posterior do dado, pois eventuais comparações teriam de ser feitas pelo conjunto;

2. Quando a alocação não pode ser evitada, devem-se subdividir as entradas e saídas entre os produtos de maneira a refletir as relações físicas entre eles. Este foi o procedimento adotado no caso do consumo energético, com alocação proporcional à massa dos vários tipos de bloco (blocos mais pesados consomem maior energia de vibroprensagem);
3. Quando uma relação física não pode ser estabelecida, devem-se utilizar outras relações entre os produtos (ex.: valor econômico).

Deve-se explicitar o método de alocação adotado.

3.6 Cálculo dos indicadores de impacto ambiental

É necessário realizar a correlação dos aspectos ambientais quantificados por meio do inventário com as categorias de impacto ambiental. Um exemplo de aspecto ambiental seria "consumo de combustíveis fósseis", enquanto o impacto ambiental correspondente seria o "potencial de aquecimento global" em função dos gases de efeito estufa gerados na combustão.

A seleção das categorias de impacto deve refletir um conjunto abrangente de questões ambientais relacionadas ao sistema de produto em estudo (ABNT, 2014a). A seleção de um único indicador não configura um "estudo de ACV" – por exemplo, ao considerar apenas a categoria "potencial de aquecimento global", trata-se de um "estudo de pegada de carbono".

A correlação dos aspectos aos impactos ambientais é feita pelos métodos de avaliação do impacto do ciclo de vida (AICV), por meio de "fatores de caracterização". O Quadro 1 apresenta os fatores de caracterização método do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), para transformação de gases com potencial de aquecimento global no indicador $kgCO_{2equivalente}$.

Quadro 1 – Fatores de caracterização de algumas substâncias para potencial de aquecimento global (horizonte de 100 anos).

Substância	**Potencial de aquecimento global ($kgCO_2$equivalente)**
Dióxido de carbono	1
Metano	34
Óxido Nitroso	298

Fonte: Adaptado de IPCC (2013).

O Quadro 2 apresenta os resultados de AICV do bloco de concreto, aplicando-se o método ReCiPe (GOEDKOOP et al., 2009), versão 1.12 – *Hierarchist* disponível no Simapro, para algumas categorias de impacto. O potencial de aquecimento global é calculado conforme o IPCC (2013).

Quadro 2 – Resultados de AICV para 1 kg de bloco de concreto pelo método ReCiPe.

Categoria de Impacto	Indicador de categoria	Resultado
Potencial de aquecimento global	kg CO_2 equivalente	0,0971
Depleção de água	m^3	0,0034
Acidificação terrestre	kg SO_2 equivalente	0,0003

Fonte: Elaborado pelos autores.

Dependendo do objetivo, pode-se realizar apenas um estudo de ICV e interpretar os dados coletados – por exemplo, quantificar o consumo acumulado de energia e água. Nesse caso, deve-se mencionar que esses indicadores não quantificam o impacto ambiental do produto, porque não mensuram a interação desses aspectos com a natureza.

Convém comparar os resultados com estudos semelhantes. No exemplo, realizou-se a comparação com CBCS (2015), para o indicador de potencial de aquecimento global, e verificou-se que o índice obtido está dentro da faixa de valores indicada pelo outro estudo, ainda que os números não sejam diretamente comparáveis, pois no estudo do CBCS utilizou-se apenas CO_2, e não $CO_{2equivalente}$.

3.7 Incertezas

Embora não seja obrigatória (exceto nos casos de afirmações comparativas a serem divulgadas publicamente), a estimativa de incertezas é parte importante da ACV, uma vez que nem os resultados de inventário, nem os indicadores de impacto ambiental são exatos, mesmo quando avaliados para uma única fábrica.

Existem vários procedimentos para a estimativa de incertezas. Quando há uma série temporal de dados, é possível atribuir uma distribuição de probabilidade e calcular parâmetros estatísticos. Há também procedimentos qualitativos, como a matriz de Pedigree, adotada pelo Ecoinvent (WEIDEMA et al., 2013), que atribui notas relativas à qualidade dos dados e as correlaciona a parâmetros estatísticos, sendo útil sobretudo para estimar incertezas de dados extrapolados desta base.

Realizou-se a estimativa de incertezas pela matriz de Pedigree para o bloco de concreto, utilizando-se a simulação de Monte Carlo disponível no Simapro, com 1000 iterações. Para o indicador "potencial de aquecimento global", obteve-se o seguinte resultado: média 0,098 kg $CO_{2,eq}$/kg bloco e coeficiente de variação 10,5%. Dessa forma, o valor pode variar entre 0,079 e 0,12 kg $CO_{2,eq}$/kg bloco em um intervalo de confiança de 95%, para uma distribuição lognormal.

3.8 Divulgação dos resultados

Os resultados do estudo de ACV devem ser apresentados com transparência. Isto é, as premissas, os critérios de corte, os procedimentos de alocação, fontes dos dados primários e secundários, escolha de métodos de

AICV, entre outros, devem ser reportados claramente, para que o estudo seja passível de reprodução e de verificação.

Em estudos de ACV comparativos, deve-se conduzir um painel de revisão com pelo menos três membros das partes interessadas (incluindo eventuais competidores ou indústrias afetadas), coordenado por um especialista independente externo (ABNT, 2014a). As informações de todos os produtos alvos da comparação devem ser coletadas e tratadas com rigor semelhante.

4 CONCLUSÕES

Ainda que as normas técnicas apresentem a estrutura para a realização de estudos de ACV, existem diversas escolhas metodológicas que são feitas pelos autores e que determinam a representatividade e a confiabilidade destes estudos.

A definição criteriosa do sistema de produto, da unidade funcional ou declarada e dos critérios de corte é fundamental. A coleta de dados primários deve ser planejada para subsidiar a construção do ICV, assim como a busca por dados secundários compatíveis com a realidade retratada. Os indicadores de impacto ambiental devem refletir a abrangência das interações do sistema de produto com o meio ambiente. A estimativa de incertezas permite a correta interpretação e divulgação dos resultados. A comparação entre produtos deve ser realizada com cautela e requer que estes produtos sejam avaliados pela mesma abordagem metodológica.

Apesar da complexidade relacionada à realização de estudos de ACV, eles permitem avaliar objetivamente o desempenho ambiental dos produtos, contribuindo assim para melhores tomadas de decisão baseadas em aspectos ambientais na construção civil.

AGRADECIMENTOS

À Fundação de Apoio ao IPT pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 10004**: Resíduos sólidos - Classificação. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR ISO 14040**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR ISO 14044**: Gestão ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Requisitos e orientações. Rio de Janeiro, 2014a.

_____. **NBR ISO 14025**: Rótulos e declarações ambientais - Declarações ambientais de Tipo III - Princípios e procedimentos. Rio de Janeiro, 2015.

ANP AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. Resolução ANP nº 50, de 23.12.2013. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 23 dez. 2013. Disponível em: <http://nxt.anp.gov.br/NXT/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2013/dezembro/ranp%2050%20-%202013.xml?fn=document-frameset.htm$f=templates$3.0>. Acesso em: 16 abr. 2016.

BRASIL. **Inventário Nacional de Emissões Atmosféricas por Veículos Automotores Rodoviários.** 2014. Disponível em: <http://www.cntdespoluir.org.br/Documents/PDFs/Inventario_de_Emissoes_por_Veiculos_Rodoviarios_2013.pdf >. Acesso em: 16 abr. 2016.

BORGHI, A. D. LCA and communication: Environmental Product Declaration. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v. 18, n. 2, p. 293-295, 2013.

CBCS CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL. **Projeto de avaliação de ciclo de vida modular de blocos e pisos de concreto.** 2014. Disponível em: < http://www.cbcs.org.br/_5dotSystem/userFiles/ACV-m/CBCS_ACV-blocos-concreto.pdf>. Acesso em 18 abr. 2016.

CBCS CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL; MMA MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE; PNUMA PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O MEIO AMBIENTE. **Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas: subsídios para promoção da construção civil sustentável.** 2014. Disponível em: < http://www.cbcs.org.br/website/aspectos-construcao-sustentavel/show.asp?ppgCode=31E2524C-905E-4FC0-B784-118693813AC4 >. Acesso em 18 abr. 2016.

COLODEL, C. M. T. Systematic approach for the transferability of life cycle inventory data between countries. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON ECOBALANCE, 8. 2008, Tokyo. **Anais...** Tokyo: ILCAj, 2008. p. 327-331.

DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **DIN EN 15804.** Sustainability of construction works – Environmental Product Declarations – Core rules for the product category of construction products. Berlim, 2014.

EUROPEAN COMISSION. **ILCD Handbook: General guide for life cycle assessment – Detailed Guidance.** 2010. Disponível em: <http://eplca.jrc.ec.europa.eu/uploads/ILCD-Handbook-General-guide-for-LCA-DETAILED-GUIDANCE-12March2010-ISBN-fin-v1.0-EN.pdf.> Acesso em 18 abr. 2016.

GOEDKOOP, M. et al. **ReCiPe 2008: A life cycle impact assessment method which comprises harmonised category indicators at the midpoint and the endpoint level**. 2009. Disponível em: < http://www.lcia-recipe.net/publications> Acesso em 15 de junho de 2016.

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION**. ISO 21930**: Sustainability in building construction – Environmental declaration of building products. Genebra, 2007.

INMETRO INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA.

Portaria nº 100, de 07 mar. 2016. Disponível em: < http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC002391.pdf >. Acesso em 18 abr. 2016.

IPCC Intergovernmental Panel on Climate Change. **Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Cambridge University Press, NY, USA, 1535 p.

LASVAUX et al. Comparison of generic and product-specific Life Cycle Assessment databases: application to construction materials used in building LCA studies. **The International Journal of Life Cycle Assessment**, v.20, n.11, p. 1473-1490, 2015

NEVILLE, A. M.; BROOKS, J. J. **Tecnologia do concreto.** Porto Alegre: Bookman, 448p, 2013

OLIVEIRA, L.A., et al.. Adapting existing life cycle inventory of building products for the Brazilian context. In: SUSTAINABLE BUILDING CONFERENCE, 2013, Graz. **Anais...** Graz: Tu Graz, 2013.

WEIDEMA, B. P. *et al*. **Overview and methodogy: Data quality guideline for the Ecoinvent database version 3.** St. Gallen: The Ecoinvent Centre, 2013. p. 70-79.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

INTERFACES AMBIENTAIS PARA MUDANÇA DE COMPORTAMENTO E REDUÇÃO DO CONSUMO DE RECURSOS[1]

UTZIG, Helena (1); ROCHA, Cecilia G. (2)

(1) UFRGS, e-mail: helenautzig@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: cecilia.rocha@ufrgs.br

RESUMO

Residências estão cada vez mais providas de tecnologias para facilitar a vida doméstica. Já existem dispositivos que fornecem aos usuários feedback sobre o seu consumo de recursos (água, energia, gás), ajudando-os a atingirem comportamentos mais sustentáveis. As interfaces dos dispositivos mais utilizados atualmente são analógica (utiliza gráficos e tabelas,) e digital (apresenta informação quantitativa, em números e texto). Entretanto, o feedback pode ser apresentado através da interface ambiental, formato ainda pouco explorado. Ao contrário das interfaces digitais e analógicas, a interface ambiental utiliza apenas imagens, cores, sons e luzes, sendo percebida pelo usuário de forma periférica. O objetivo deste estudo é analisar diversas interfaces ambientais existentes com base em taxonomias existentes na literatura. Com a análise das interfaces através destas taxonomias, pretende-se criar um repertório de soluções, ampliando as possibilidades de design de interfaces domésticas e contribuindo para a mudança de comportamento.

Palavras-chave: Interface ambiental. Mudança comportamental. Redução de consumo.

ABSTRACT

Homes are increasingly provided technology to facilitate daily life. There are devices that provide users with feedback on their consumption of resources (water, energy, gas), helping them to achieve more sustainable behaviors. Nowadays, the interfaces most used are: analogic (quantitative information presented in graphs and tables) and digital (quantitative information presented via numbers and text). However, feedback can be also presented through ambient interface, which is yet an underexplored format. Unlike digital e analog interfaces, ambient interface uses only images, colors, sounds and lights, being perceived only peripherally. The aim of this study is to analyze existing ambient interfaces based on existing literature taxonomies. Based on such analysis, a repertory of solutions will be created, expanding the design possibilities for domestic interfaces and contributing to behavior change.

***Keywords**: Ambient interfaces. Behavior changes. Energy.*

1 INTRODUÇÃO

Nas próximas décadas o planeta enfrentará um déficit de água de 40% e projeções indicam que o consumo de energia residencial aumentará 25% (ONU, 2015). Perante esta situação, é necessário conscientizar as pessoas para que reduzam o consumo de recursos e atinjam comportamentos mais

[1] UTZIG, Helena; ROCHA, Cecilia G. Interfaces ambientais para mudança de comportamento e redução do consumo de recursos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

sustentáveis. Tecnologias, como dispositivos que medem o consumo de energia, são alternativas para ajudar as pessoas atingirem a mudança de comportamento (DARBY, 2010; FISCHER 2007). Estes dispositivos ajudam a conscientizar o usuário sobre determinado comportamento que pode não ser percebido por ele. As interfaces mais utilizados nestes dispositivos são analógica (ilustra informações através de gráficos, tabelas, colunas) e digital (apresenta informações quantitativas, através de número ou texto). Entretanto, pode-se apresentar as informações através de uma interface ambiental, formato ainda pouco explorado.

A interface ambiental utiliza apenas imagens, cores, sons e luzes, fornecendo a informação sem atrair a atenção consciente e direta do usuário (CHIANG, 2012). O modo como o dispositivo apresenta a informação é fundamental para capturar a atenção do usuário e auxiliar na modificação de seu comportamento (NAKAJIMA, 2008).

A principal justificativa para o design dos dispositivos é a redução do consumo de energia (seguindo de água e gás). Neste caso, os dispositivos visam alterar o comportamento em relação aos recursos (reduzir o consumo) do usuário, ao observar o total de seu consumo. No entanto, há poucos estudos que exploram o uso de interfaces ambientais. A maioria dos artigos (e.g. UENO, 2006; HARGREAVES, 2010) utilizam dispositivos analógicos que mostram gráficos detalhando o consumo. A pesquisa de Chiang (2012) foi uma das primeiras que comparou diferentes formatos de apresentação de dispositivos (analógico e digital), incluindo interfaces ambientais. Chiang (2012) utiliza faces (feliz e triste) para representar o consumo de energia da residência.

Outra justificativa para o design de interfaces ambientais é a alteração de tipos específicos de comportamento humano, como beber mais água ou realizar atividade física. Por exemplo, Rogers (2010) instalou luzes no piso para induzir as pessoas a utilizarem as escadas ao invés do elevador. Mesmo que estudos demonstrem que interfaces ambientais auxiliam na redução do consumo, tais estudos não deixam claro a relação da interface com o consumo reduzido, nem com as estratégias de design utilizadas (FROEHLICH, 2010). Sendo assim, conforme Froehlich et al. (2010) ao projetar dispositivos ambientais é importante considerar quais estratégias de motivação deve-se empregar, além de quais os comportamentos, em particular, o dispositivo está esperando mudar.

O objetivo deste estudo é analisar interfaces ambientais existentes com base em taxonomias disponíveis na literatura. A partir destas análises pretende-se ampliar as recomendações para o design destas interfaces, contribuindo para a mudança de comportamento do usuário.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A primeira etapa consistiu na revisão de trabalhos publicados nos últimos anos, referentes a design de interfaces ambientais. Selecionou-se trabalhos a partir da publicação de (i) Mankoff et al. (2003), que propôs diretrizes para o

design de monitores ambientais, e de (ii) artigos de revisão de literatura sobre design de dispositivos visuais. Buscou-se tais artigos em ferramentas da web como google scholar, através de palavras-chaves como design, in-home display, redução de consumo. Foram identificados 24 trabalhos relacionados a interfaces ambientais.

Na segunda etapa foram selecionadas todas as interfaces ambientais existentes nos trabalhos identificados anteriormente: Arroyo (2005); Gustafesson, 2005; Holmes, 2007; Dillahunt, 2008; Consolvo, 2009; Ham, 2009; Kappel, 2009; Shiraishi, 2009; Vossen, 2009; Fang 2010; Froehlich, 2010;; Rogers, 2010; Nakajima, 2008, 2011, 2012; Maan, 2011; Rodgers, 2011; e Nisi (2013). Com base nesta seleção obteve-se 36 interfaces, a partir da revisão de literatura de 18 referências iniciais. Devido a restrição de informações relacionadas ao funcionamento ou inadequação da interface com a definição proposta, 32 das 36 interfaces foram análisadas com base no trabalho original que apresenta a interface.

Na terceira etapa realizou-se a revisão de literatura para identificar taxonomias de classificação de interfaces ambientais. Compilou-se as classificações propostas por Nakajima e al. (2011) para apresentação da informação e conceito da interface e por Froehlich e al. (2010) com relação a mídia de apresentação (detalhes das taxonomias são apresentadas na seção 3). Na quarta etapa classificou-se as 32 interfaces ambientais identificadas em relação a duas taxonomias.

3 INTERFACES AMBIENTAIS E TAXONOMIAS DE CLASSIFICAÇÃO

Duas taxonomias são utilizadas para análise das interfaces ambientais: Froehlich (2010), em relação a forma da interface e Nakajima et al. (2011), no que diz respeito ao conceito e apresentação da informação.

Froehlich e al. (2010) propõem que interfaces ambientais empregam uma variedade de mídias de apresentação. Estas mídias incluem: (i) monitores ambientais, (ii) aplicativos de telefonia móvel, (iii) jogos, e (iv) sites ou redes sociais. Desta forma, Froehlich e al. (2010), propõe uma taxonomia para classificação de interfaces ambientais vinculada à forma de apresentação desta tecnologia. Eles aborda uma categoria de interface pouco explorada em trabalhos anteriores (e. g. CHIANG, 2012; FANG, 2010).

Nakajima e al. (2011) enfatiza o conceito e apresentação da informação contida na interface, classificando-as em quatro principais categorias: (i) estratégias de incentivo, (ii) representação da informação, (iii) apresentação do feedback, e (iv) interação do usuário. Fang et al. (2010) propõem outra taxonomia, envolvendo quatro dimensões (dimensão ambiental, dimensão estética, envolvimento emocional, e metáfora) e analisa diversas interfaces. Esta taxonomia é menos abrangente que aquela proposta por Nakajima et al. (2011), visto que as dimensões propostas podem ser considerada um desdobramento de uma das principais categorias (representação da informação) de Nakajima et al. (2011). Deste modo, selecionou-se a taxonomia apresentada por Nakajima et al. (2011) para esta pesquisa.

Em relação a taxonomia de Nakajima et al. (2011), foram reduzidas as classificações referentes a duas categorias, a fim de compactar categorias muito semelhantes. Para **estímulos de feedback** considerou-se apenas as classificações em reforço positivo ou negativo e punição positiva ou negativa. Já para a categoria de **interação com o usuário**, considerou-se apenas a maneira como o usuário (seu comportamento, atividade e resposta ao estímulo) interage com o sistema: auto-relato ou detecção automática. Já na taxonomia proposta por Froehlich (2010), foi adicionada uma nova classificação, designada objeto (elemento físico com design tridimensional, podendo emitir luz e som), às quatro **mídias de apresentação** já expostas. Esta categoria foi adicionada visando complementar a taxonomia de Froehlich (2010) e definida para este trabalho pelos autores, com base nas interfaces ambientais estudadas.

4 RESULTADOS

Quadro 1 – Taxonomia de interfaces ambientais

	CONCEITO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO Nakajima et al. (2011)				**FORMA** Froehlich (2010)
Interface ambiental	**Estratégia de incentivo**	**Representação da informação**	**Estímulos de Feedback**	**Interação com usuário**	**Mídia de apresentação**
Abstract Painting (NAKAJIMA, 2011)	físico; psicológico	metáfora	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Animation still: 7000 oaks and counting (HOMES, 2007)	social; econômico	metáfora	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Artic Ecosystem - (FROEHLICH, 2009)	social; psicológico;	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
Clean Sink (ARROYO, 2005)	físico; social; econômico	metáfora;	reforço positivo	detecção automática	objeto
EcoIsland (SHIRAISHI, 2009)	social; econômico	metáfora; empatia; agente antropométrico	reforço positivo	auto-relato	jogo
Figure Painting (NAKAJIMA, 2011)	psicológico	metáfora; agente antropométrico	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
Fish'n'Steps (LIN, 2006)	social; psicológico	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Follow-the-Lights (ROGERS, 2010)	social; psicológico; ideológico	metáfora; estética	reforço positivo	Detecção automática	objeto
HeatSink (ARROYO, 2005)	físico; social; econômico	metáfora;	reforço positivo	detecção automática	objeto
Imprint (POUSMAN,	social; econômico	metáfora	punição positiva	detecção automática	monitor ambiental

	CONCEITO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO Nakajima et al. (2011)				**FORMA** Froehlich (2010)
Interface ambiental	**Estratégia de incentivo**	**Representação da informação**	**Estímulos de Feedback**	**Interação com usuário**	**Mídia de apresentação**
2008)					
Infotropism display (HOLSTIUS, 2004)	social; psicológico ideológico	metáfora; estética e empatia; agente antropomórfico	reforço positivo	detecção automática	objeto
JetSam (PAULOS, 2006)	físico; social; ideológico	metáfora	punição positiva	detecção automática	objeto
Landscape Painting (NAKAJIMA, 2011)	psicológico; social	metáfora; empatia	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
LED lighting MAAN (2011)	físico; psicológico;	metáfora; estética	reforço positivo	detecção automática	objeto
Mona Lisa Bookshelf (NAKAJIMA, 2008)	psicológico	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	punição positiva	detecção automática	monitor ambiental
PlayfulBottle (CHIU, 2009)	social; psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
SeeSink (ARROYO, 2005)	físico; econômico	metáfora;	reforço positivo	detecção automática	objeto
SINAIS eco-feedback system (NISI, 2013)	psicológico; ideológico	metáfora; estética e empatia	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
Still Life Painting (NAKAJIMA, 2011)	físico; psicológico	metáfora	reforço negativo	detecção automática	monitor ambiental
Show-me (KAPPEL, 2009)	psicológico; econômico; ideológico	metáfora	punição positiva	detecção automática	objeto
The Clounds (ROGERS, 2010)	social; psicológico; ideológico	metáfora; estética	reforço positivo	detecção automática	objeto
The Hive Design (RODGERS, 2011)	físico; psicológico;	metáfora;	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
The MugTree (KO, 2007)	psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
The Phyllotaxis Design (RODGERS, 2011)	físico; psicológico;	metáfora;	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
The Pinwheel Design (RODGERS, 2011)	físico; psicológico;	metáfora;	punição positivo	detecção automática	monitor ambiental
The Power-	físico;	metáfora	punição	detecção	objeto

	CONCEITO E APRESENTAÇÃO DA INFORMAÇÃO Nakajima et al. (2011)				FORMA Froehlich (2010)
Interface ambiental	**Estratégia de incentivo**	**Representação da informação**	**Estímulos de Feedback**	**Interação com usuário**	**Mídia de apresentação**
aware Cord (GUSTAFSSON, 2005)	psicológico		positiva	automática	
The UbiFit Garden (CONSOLVO, 2009)	psicológico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
The UbiGreen Transportation (FROEHLICH, 2009)	social; psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
Virtual Apple Tree (FROEHLICH, 2009)	social; psicológico;	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	aplicativo de telefonia móvel
Virtual Aquarium (NAKAJIMA, 2008)	psicológico; social	metáfora; empatia; agente antropométrico	reforço positivo	detecção automática	monitor ambiental
Virtual Polar Bear (DILLAHUNT, 2008)	social; psicológico; ideológico	metáfora; estética e empatia; agente antropométrico	reforço positivo	auto-relato	jogo
WaterBot (ARROYO, 2005)	físico; psicológico; econômico	metáfora; estética e empatia	reforço positivo	detecção automática	objeto

Fonte: Os autores

Em relação a **estratégia de incentivo**, todas as interfaces analisadas valem-se de incentivos psicológicos, combinados ou não, com outras estratégias de incentivo. O incentivo psicológico refere-se a quaisquer técnicas motivacionais relacionadas dentro do campo mental e emocional do usuário (NAKAJIMA, 2011), Por exemplo, a interface Virtual Aquarium (NAKAJIMA, 2011) (referencia), que visa melhorar a higiene dental dos usuários. Os peixes existentes no aquário virtual são diretamente afetados pela prática de escovação, pois caso o usuário escove os dentes corretamente, os peixes procriam e prosperam. Caso contrário, os peixes são enfraquecidos, podendo até mesmo morrer.

Cerca de metade das interfaces ambientais analisadas empregam também o incentivo social. Conforme Nakajima et al. (2011), a estratégia deste incentivo é motivar o usuário através da facilitação social e comportamento em conformidade (agir em favor do consenso geral), visto que o usuário melhora o desempenho quando é observado por outra pessoa. A interface-jogo EcoIsland (SHIRAISHI, 2009), objetiva o comportamento em conformidade, envolvendo toda a família na redução de emissão de CO2. Neste caso, a interface apresenta relatórios de atividade de cada integrante, representado por um avatar da ilha, sendo possível também ver as ilhas e atividades dos vizinhos.

No que diz respeito a **representação da informação**, percebe-se que agentes antropomórficos são pouco utilizados nas interfaces analisadas (8 das 32 interfaces). O uso de agentes antropomórficos (criaturas virtuais ou reais) aproxima o usuário e gera um incentivo psicológico (NAKAJIMA, 2011), pois o usuário altera o comportamento pelo engajamento emocional adquirido através do agente antropomórfico. O uso desses agentes é observado na EcoIsland (SHIRAISHI, 2009), no qual cada usuário é representado por um avatar (agente antropomórfico). O jogo destina-se a reduzir os níveis de CO2 emitidos, evitando que a água ao redor da ilha suba e acabe com as conquistas dos avatares. Já em Infotropism (HOLSTIUS, 2004), a interface vale-se de uma criatura real (planta) como agente antropomórfico. A planta disposta sobre lixeiras muda a direção de crescimento através de uma luz cuja intensidade varia conforme a separação do lixo. A ideia de metáfora como uma categoria de representação da informação não surpreende ao estar presente em todas interfaces analisadas.

Fang e al. (2010), conceitua metáfora como a compreensão de um domínio conceitual em termos de outro. No âmbito da representação da informação em interfaces, a metáfora atua fornecendo uma experiência estimulante através da associação de uma ideia com a informação visual (NAKAJIMA, 2011). É o caso da interface The Power-Aware Cord, onde o protótipo utiliza um cabo luminoso que pluga-se na tomada, visando diminuir o consumo através da associação da luz do fio (informação visual) com a energia que passa da tomada para o equipamento (ideia). Ainda sobre a representação da informação, vale ressaltar a relação entre agente antropométrico e incentivo psicológico, que tornam-se categorias correlacionadas. Como no caso de FISH'N'STEP (LIN, 2006) que utiliza como agente antropométrico um peixe virtual que tem expressões faciais para demonstrar emoções. As qualidades humanas abordadas no peixe causam um engajamento emocional no usuário, que muda seu comportamento por influência das expressões faciais do peixe.

No que se refere a **estímulo de feedback**, as interfaces podem ter conteúdos que atuam de forma positiva ou aversiva, sendo dividido em reforço ou punição. O reforço (encorajar o comportamento) e a punição (desencorajar o comportamento) contem estímulos positivos (a interface responde de forma concordante e afirmativa) ou aversivos (ocorre o inverso do esperado para a interface, que apresenta resposta desfavorável) para atingir a mudança de comportamento (NAKAJIMA, 2011). A maioria interfaces analisadas utiliza o reforço positivo, ou seja, encoraja o comportamento do usuário. No caso da interface PlayfulBottle (CHIU, 2009), o usuário é encorajado a beber água, recebendo um estímulo positivo para que a árvore na interface ganhe mais folhas e permaneça florida. A segunda maneira mais observada pelas interfaces analisadas é a punição positiva, ou seja, ocorre o desencorajamento do comportamento do usuário, fornecendo um estímulo aversivo (NAJAKIMA, 2011).

Em relação a **interação com o usuário**, esta pode ser direta através do auto-relato (o usuário interage com a interface, relatando o consumo ou comportamento) ou indireta pela detecção automática (o consumo ou comportamento é detectado por câmeras e sensores, tornando o usuário passivo), conforme proposto por Nakajima et al. (2011). A maioria das interfaces analisadas utilizam a interação indireta, como ocorre em Show-me (KAPPEL, 2009) e Artic Ecosystem (FROEHLICH, 2009). Já a interação direta ocorre em poucas interfaces analisadas (apenas 2 das 32), como ocorre em Virtual Polar Bear (DILLAHUNT, 2008). Nesta interface ambiental, o usuário aceita ou ignora comportamentos indicados na interface que contém um urso polar em um bloco de gelo como uma motivação para a conservação de energia. O bloco de gelo cresce a medida que há compromisso aceitos e diminui a medida que o participante opta por não se comprometer com determinada ação (e.g. distribuir folhetos de sustentabilidade ambiental para amigos, dividir o carro na ida ao trabalho).

Em relação a **mídia de apresentação**, as mais recorrente nas interfaces analisadas são: monitor ambiental (display visual eletrônico, com tela sensível ao toque ou não) e objeto (elemento físico tridimensional ou componente decorativo). Mídias pouco recorrentes nas interfaces analisadas foram: aplicativo para celulares, jogos e sites. Animation still: 7000 oaks and counting (HOMES, 2007) e The Hive Design (RODGERS, 2011) são classificados em monitores ambientais visto que a mídia de apresentação da informação utilizada é um display visual eletrônico. Já a classificação de objeto ocorre para interfaces como The Clounds (ROGERS, 2010) e Infotropism display (Holstius, 2004), através de componente decorativo e elemento físico tridimensional, respectivamente.

5 CONCLUSÕES

A partir da classificação das 32 interfaces ambientais compreende-se a importância de considerar as várias categorias propostas ao projetar uma interface ambiental. **Estratégia de incentivo** é uma categoria fundamental para interfaces ambientais, uma vez que essa tecnologia busca trabalhar de forma lúdica e periférica, não envolvendo a atenção focal do usuário. Nota-se que as estratégias de incentivo podem se sobrepor e não são mutuamente exclusivas, porém essenciais nas interfaces. A estratégia de incentivo que está mais presente nessas interfaces é a psicológica, uma vez que o usuário compromete-se emocionalmente com a representação da interface ou atua conforme curiosidade e inspiração.

A **representação da informação** nas interfaces analisadas é sempre composta por metáfora, combinada ou não, com outra classificação, para reforçar o interesse do usuário. Portanto, pode-se dizer que representação da informações através de metáfora é na realidade uma estratégia para o design destes dispositivos, que poderia ser incorporado ao conjunto de estratégias já existentes (e.g. MANKOFF, 2003 e CONSOLVO, 2009). Ainda sobre a representação da informação, ressalta-se a correlação entre duas classificações: agente antropométrico e incentivo psicológico. Conclui-se

que sempre que a representação da informação vale-se de um agente antropomórfico, a estratégia de incentivo será psicologia (associada ou não à outras estratégias), pois o agente (virtual ou real) provoca no usuário um engajamento emocional.

Os **estímulos de feedback**, compostos por reforços e punições, são excludentes entre si, visto que o modo de prover feedback será encorajando (reforço) ou desencorajando o comportamento (punição). A maioria das interfaces valem-se de reforços positivos, uma vez que prover um estímulo positivo é mais adequado para encorajar o comportamento desejável.

A **mídia de apresentação** da interface pode ser diversa (monitor ambiental, aplicativos de celular, jogos ou sites), porém nas interfaces analisadas a forma monitor ambiental e objeto destacaram-se. Os objetos são, de fato, uma inovação na representação da informação. Já os monitores ambientais assemelham-se a interfaces mais corriqueiras (analógica e digital), utilizando a mesma mídia para introduzir representações de informação diferenciadas.

A análise das interfaces ambientais, portanto, aprimorou os estudos de design neste campo, principalmente em relação ao conceito e apresentação da informação, assim como as formas (mídias de apresentação) possíveis para estas interfaces. Visto que é necessário considerar também o comportamento do usuário que se pretende modificar (FROEHLICH, 2010), trabalhos futuros incluem o estudo sobre o comportamento como uma possível categoria de classificação.

REFERÊNCIAS

ARROYO, E.; BONANNI, L.; SELKER, T. WaterBot: exploring feedback and persuasive techniques at the sink. **Procof CHI, ACM Press**. p. 631-639, 2005.

CHIANG, Teresa; NATARAJAN, Sukumar; WALKER, Ian. A laboratory test of the efficacy of energy display interface design. **Elsevier: Energy and Buildings**, v. 55, p. 471-480, 2012.

CHIU, M. C.; CHANG, S. P.; CHANG, Y.C.; CHU, H. H.; CHEN, C. C. H.; HSIAO, F. H.; KO, J. C. PlayFul Bottle: a mobile social persuasion system to motivate healthy water intake. **UbiComp**, 2009.

CONSOLVO, Sunny; McDONALD, David W.; LANDAY, James A. Theory-driven design strategies for technologies that support behavior change in everyday life. **CHI09: Human factors in computing systems,** p. 405–414, 2009.

DARBY, Sarah. Smart metering: what potential for householder engagement? **Building Research & Information**, v. 38, n. 5, p. 442-457, 2010.

DILLAHUNT, T.; BECKER, G.; MANKOFF, J.; KRAUT, R. Motivating environmentally sustainable behavior changes with a virtual polar bear. **Pervasive workshop proceedings**, p. 58–62, 2008.

FANG, Wen-Chieh; HSU, Jane Yung-jen. Design Concerns of Persuasive Feedback System. **Association for the Advancement of Artificial Intelligence**, p. 20-25, 2010.

FISCHER, Corinna. Influencing Electricity Consumption via Consumer Feedback: a review of experience. **Proceedings of the European Council for an Energy Efficient Economy (ECEEE)**, p. 1873-1884, 2007.

FROEHLICH, J. Promoting energy efficient behaviors in the home through feedback: The role of human-computer interaction. **Proc. HCIC Workshop**.. p. 1-11, 2009a.

FROEHLICH, J.; CONSOLVO, S., et al. UbiGreen: Investigating a Mobile Tool for Tracking and Supporting Green Transportation Habits. **Proc. CHI'09**, p. 1042-1052, 2009b.

FROEHLICH, J.; FINDLATER, L.; LANDAY, J. The Design of Eco-Feedback Technology. Proc. CHI 2010 April, USA, 2010.

GUSTAFSSON, A,; GYLLENSWÄRD, M. The Power-Aware Cord: Energy Awareness through Ambient Information Display. **CHI 2005,** p.1423-1426, 2005.

HAM, J.; MIDDEN, C.; BEUTE, F. Unconscious Persuasion by Ambient Persuasive Technology: Evidence for the Effectivity of Subliminal Feedback. **Eindhoven University of Technology**, 2009.

HAM, J.; MIDDEN, C. Ambient Persuasive Technology Needs Little Cognitive Effort: The Differential Effects of Cognitive Load on Lighting Feedback versus Factual Feedback. **Springer-Verlag**, Berlin, p.132-142, 2010.

HARGREAVES, Tom; NYE, Michael; BURGESS, Jacquelin. Making energy visible: A qualitative field study of how householders interact with feedback from smart energy monitors. **Energy policy**, v. 38, n. 10, p. 6111-6119, 2010.

HOLSTIUS D.; KEMBEL, J.; HURST, A.; WAN, P.; FORLIZZI, J. Infotropism: living and robotic plants as interactive displays. **Proc. DIS'04**, p. 215-221, 2004.

HOLMES, T. G. 2007. Eco-visualization: combining art and technology to reduce energy consumption. **Proceedings of the 6th ACM SIGCHI conference on Creativity & Cognition**, p. 153–162, 2007.

KAPPEL, K.; GRECHENING, T. "show-me": Water Consumption at a glance to promote Water Conservation in the Shower. **Persuasive'09**, USA, 2009.

KO, J.C.; HUNG, Y.P.; CHU, H. Mug-tree: A playful mug to encourage healthy habit of drinking fluid regularly. **Proc. UBICOMP,** 2007.

LIN, J.; LINDTNER, M.S.; STRUB, H. Fish'n'Steps: Encouraging Physical Activity with an Interactive Computer Game. **Proceedings of the 8th International Conference on Ubiquitous Computing**, p. 261-278, 2006.

MAAN, S.; MERKUS, B.; HAM, J.; MIDDEN, C. Making it not too obvious: the effect of ambient light feedback on space heating energy consumption. **Spring-Verlag Energy Efficiency,** v. 4, p. 175–183, 2011.

MANKOFF, Jennifer; DEY, Anind K.; HSIEH, Gary; KIENTZ, Julie; LEDERER, Schott; AMES, Morgan. Heuristic Evaluation of Ambient Displays. Peripheral and Ambient Displays. **CHI 2003: New Horizons,** v. 05, n.1, 2003.

NAKAJIMA, Tatsuo; KIMURA, Hiroaki; YAMABE, Tetsuo; LEHDONVIRTA, Vili; TAKAYAMA, Chihiro; SHIRAISHI, Miyuki; WASHIO, Yasuyuki. Using Aesthetic and Empathetic Expressions to Motivate Desirable Lifestyle**. Spring-Verlag.** Berlin, p. 220-134, 2008.

NAKAJIMA, Tatsuo; LEHDONVIRTA, Vili. Designing motivation using persuasive ambient mirrors. **Spring-Verlag** London, p.107-126, 2011.

NAKAJIMA, Tatsuo; KAWSAR, Fahim. Designing Ambient and Personalised Displays to Encourage Healthier Lifestyle. **Springer-Verlag** London, 2013.

NISI, V.; NUNES, N. J.; QUINTAL, F.; BARRETO, M. SINAIS from Fanal – design and evaluation of an art- inspired eco-feedback system. **CHItaly,** 2013.

ONU 2015. Relatório sobre o Desenvolvimento de Água 2015: **"Água para um mundo sustentável"**. Disponível em: www.nacoesunidas.org/ate-2030-planeta-pode-enfrentar-deficit-de-agua-de-ate-40-alerta-relatorio-da-onu/. Acesso em: 20 fev. 2016.

PAULOS, E.; JENKINS, T. Jetsam: exposing our everyday discarded objects. **Demo Ubicomp'06**, p. 2, 2006.

PETERSEN, D.; STEELE, J.; WILKERSON, J. WattBot: a residential electricity monitoring and feedback system. **CHI'09 EA'09 Student Design Competition,** p. 2847-2852, 2009.

POUSMAN, Z.; ROUZATI, H.; STASKO, J. Imprint, a Community Visualization of Printer Data: Designing for Open-ended Engagement on Sustainability. **Proc. CSCW'08**, p. 13-16, 2008.

RODGERS, Johnny; BARTRAM, Lyn. Exploring Ambient and Artistic Visualization for Residential Energy Use Feedback. **IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics**, v. 17, No. 12, p. 2489-2497, 2011.

ROGERS, Yvonne. Ambient Influence: Can Twinkly Lights Lure and Abstract Representations Trigger Behavioral Change? **UbiComp'10,** p. 261-270, 2010.

SHIRAISHI M.; WASHIO, Y; TAKAYAMA, C; LEHDONVIRTA, V.; KIMURA, H.; NAKAJIMA, T. Using Individual, social and economic persuasion techniques to reduce CO2 emissions in a family setting. **Persuasive technologies '09,** 2009.

UENO, Tsuyoshi et al. Effectiveness of an energy-consumption information system on energy savings in residential houses based on monitored data. **Applied Energy**, v. 83, n. 2, p. 166-183, 2006.

VOSSEN, S.; HAM, J.; MIDDEN, C. Social Influence of a Persuasive Agent: the Role of Agent Embodiment and Evaluative Feedback. **Persuasive technologies '09**, 2009.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL DA ARQUITETURA VERNÁCULA EM AREQUIPA – PERU[1]

MAMANI, Marco Antonio Vilca (1); BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves (2); SILVOSO, Marcos Martinez (3)

(1) PROARQ-FAU/UFRJ, e-mail: marcoxmam66@hotmail.com; (2) PROARQ-FAU/UFRJ, e-mail: leopoldobastos@gmail.com; (3) PROARQ-FAU/UFRJ, silvoso@gmail.com

RESUMO

A arquitetura vernácula é resultado da engenhosidade do homem, através dos séculos de diversas civilizações para proteção contra os rigores climáticos e por questões de segurança, o que revela uma consonância com a sustentabilidade ambiental. Ao longo da história há muitos exemplos dessa arquitetura baseada nas condições materiais, técnicas e ambientes locais. Arequipa é um bom exemplo histórico de interação entre a sua arquitetura, o meio físico, materiais locais, sistemas construtivos e identidade cultural. A proposta do trabalho consiste em analisar o processo evolutivo da arquitetura vernácula em Arequipa e identificar suas características relacionadas com os princípios de sustentabilidade ambiental. O estudo apresentado desenvolve-se no contexto de uma dissertação de mestrado. A pesquisa contribui objetivamente com uma análise de soluções vernáculas passíveis de serem utilizadas em projetos contemporâneos de concepção arquitetônica, voltados para a habitação popular e orientados para o desenvolvimento sustentável de Arequipa.

Palavras-chave: Sustentabilidade ambiental. Arquitetura vernácula. Arequipa.

ABSTRACT

The vernacular architecture is the result of the ingenuity of man, through the centuries of many civilizations for protection against climatic rigors and safety issues, which reveals a line with environmental sustainability. Throughout history, there are many examples of this architecture based on material conditions, technical and local environments. Arequipa is a good historical interaction example of architecture, with its physical environment, local materials, building systems, and cultural identity. The aim of this study is to analyze the evolutionary process of vernacular architecture in this region and identify its characteristics related to the principles of environmental sustainability. The study presented is developed under the context of a MSc dissertation. The research objectively contributes with an analysis of vernacular solutions possible to be used in contemporary designs of architectural design, focused on low-income housing and oriented to the sustainable development of Arequipa.

Keywords: *Environmental sustainability. Vernacular architecture. Arequipa.*

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho insere-se nas discussões sobre a arquitetura vernácula e a sustentabilidade. A arquitetura vernácula é resultado da engenhosidade

1 MAMANI, Marco Antonio Vilca; BASTOS, Leopoldo Eurico Gonçalves; SILVOSO, Marcos Martinez. Sustentabilidade ambiental da arquitetura vernácula em Arequipa – Peru. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

do homem, através dos séculos de diversas civilizações para proteção contra os rigores climáticos e por questões de segurança, o que revela uma consonância com a sustentabilidade ambiental.

Inicia-se com um estudo sobre o processo evolutivo da arquitetura vernácula em Arequipa - Peru e a identificação de suas características arquitetônicas relacionadas com os princípios de sustentabilidade ambiental. Desta forma, pretende-se estabelecer algumas recomendações de modo a contribuir para a concepção de projetos arquitetônicos na região, voltados para a habitação popular e orientados para o desenvolvimento sustentável. Atualmente nesta região é corrente a autoconstrução de habitações que apresentam cópias e inserções informais de algumas características da arquitetura vernácula, e que se expressam como uma arquitetura híbrida, carregada com antigos símbolos, porém descontextualizados. Esta nova reinterpretação construtiva faz com que sejam perdidos alguns valores da arquitetura vernácula como a sua adequabilidade climática ditada pela implantação, orientação, vinculação ao uso de materiais locais, e características de organização do espaço, etc. (Lopez et al., 2015).

Considerando-se como desafio proposto a análise da arquitetura autóctone do vale de Arequipa em três tempos históricos, procura-se verificar possíveis implicações em termos da sustentabilidade ambiental.

A sustentabilidade ambiental requer o emprego de materiais, processos e técnicas construtivas em consonância com os preceitos do bioclimatismo. Assim, a arquitetura vernácula em função de suas características funcionais e de adequação ambiental reveste-se como um objeto importante de análise.

2 A ARQUITETURA VERNÁCULA

Na literatura, são encontrados majoritariamente estudos relativos ao uso e reciclagem de materiais construtivos, mas poucos relacionados com o comportamento climático do vernáculo construído, além da não observância dos fatores social, cultural e econômico, que são de igual importância para uma arquitetura com viés sustentável (Villenga, 2015).

A arquitetura vernácula resulta de um trabalho inconsciente, baseado em conhecimentos acumulados por gerações, que difere da arquitetura resultante do processo de projeto, com consciência e intelecto (Tamer, Indjy; 2011). Ela reflete a compreensão humana sobre as condições locais, é resultado de técnicas tradicionais ancestrais, aperfeiçoadas com o transcorrer do tempo, e atende às necessidades de uma época. No vale de Arequipa encontrava-se na época pré-hispânica cinco culturas: Puquina, Tiahuanaco, Huari, Churajón e Inca. Estas culturas foram se adaptando e se integrando, gerando assim técnicas construtivas e uso de materiais locais de acordo com seus costumes e necessidades.

Mais adiante, na época da colônia, a arquitetura vernácula representativa já é resultado de um processo de síntese. Pois os antigos povos possuíam

uma longa tradição arquitetônica e urbanista quando em contato com a dominação espanhola, o que resultou em novos padrões arquitetônicos (Burga, 2010).

No atual período, o republicano, é corrente o "*vernáculo moderno*", definido como uma reinterpretação da arquitetura vernácula, e ao que tudo indica parece não mais atender aos valores e princípios de sustentabilidade, sendo também conhecido como arquitetura Chicha (Burga, 2010; Lopez, et al., 2015).

Muitas definições dadas para a arquitetura vernácula são baseadas em suposições, inconscientes ou regionalistas, sem embasamento arquitetônico; características que não são suficientes para identificar um estilo, o que requer uma análise comparativa e exaustiva das características do produto e processo do vernáculo, para diferenciá-lo de outros estilos; primitivo, popular, contemporâneo, etc. (Rapoport, 1990).

Mesmo reconhecendo as limitações conceituais para a definição da arquitetura vernácula, no presente trabalho consideram-se para análise três exemplos de construções vernáculas com base nos períodos históricos: Pré-hispânico, Colonial e Republicano

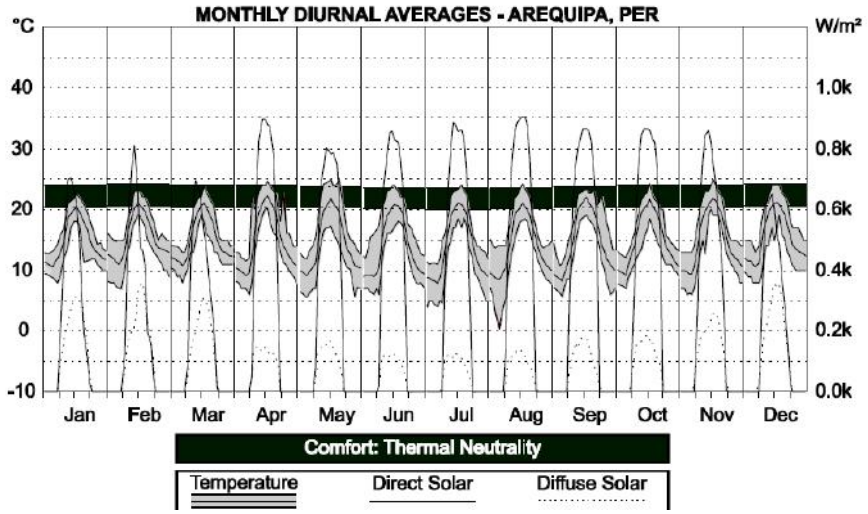
A metodologia empregada inicialmente baseia-se em fontes bibliográficas para definir os três tempos históricos da arquitetura vernácula no vale de Arequipa. Posteriormente é realizada uma análise arquitetônica comparativa com viés bioclimático de tipologias vernáculas representativas em cada período. No período pré-hispânico são examinados documentos referentes a pesquisas arqueológicas. Para o período colonial e o republicano foi realizado um levantamento *in loco* das tipologias tomadas como exemplo.

3 O CONTEXTO GEOGRÁFICO E CLIMÁTICO DE AREQUIPA

Arequipa (latitude 16º24`10"S; longitude 72º32`10"W de Greenwich; e altitude de 2.329 m.s.n.m) encontra-se entre a cordilheira dos Andes e o deserto de Atacama, este um dos mais áridos do mundo. A região tornou-se habitável por antepassados, provenientes dos Andes que trabalharam nas margens dos rios da cidade, criando terraços "andenerias" para o cultivo e tecnologia hidráulica, o que permitiu o desenvolvimento de áreas rurais e posteriormente com a chegada dos conquistadores, a fundação da cidade.

Os níveis incidentes de irradiação solar global (direta + difusa) na região são os mais altos do Peru, e atingem valores acima de 1000 W/m². Os valores para a temperatura de bulbo seco oscilam de 10 °C a 25 °C, frio de noite e temperado durante o dia (ver Figura 1). A média anual de umidade relativa varia de 36% a 67%, sendo a menor quase todo o ano. As precipitações pluviais dão-se nos meses de janeiro, fevereiro e março com nível médio de 30,30 mm. Quanto aos ventos, estes têm direção oeste-noroeste no período diurno, enquanto à noite de leste-sudeste, com uma velocidade média de 3,5 m/s. Observa-se que é uma região sujeita a abalos sísmicos devido à proximidade de três vulcões (Ramirez,2002).

Figura 1 – Média mensal diária: temperatura bulbo seco, radiação solar direta e difusa no plano horizontal



Fonte: Almodóvar et al. (2012)

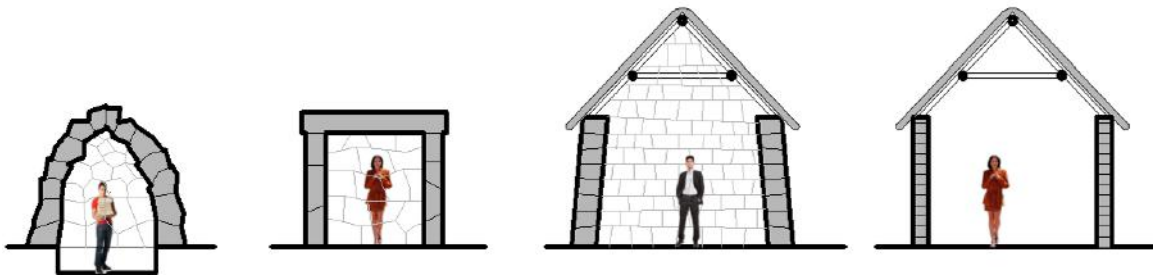
4 EXEMPLOS DE ARQUITETURA VERNÁCULA

4.1 Arquitetura vernácula – pré-hispânica

A região de Arequipa segundo as fontes pertencia à civilização Puquina–Atacama. Em Arequipa e proximidades foram encontradas caixas funerárias construídas em pedra, de estilo *Puquina* (Bermejo, 1949). As casas dos *Puquina* evoluíram muito ao decorrer dos séculos; as primitivas eram subterrâneas e depois eram edificadas em forma de círculo (Bernedo, 1949). Posteriormente, os Incas reconstruíram e ampliaram estas construções, melhoraram a agricultura (Aspilcueta, 2013).

O processo cultural influenciou a arquitetura, que evoluiu com o tempo adaptando-se cada vez mais a seu entorno ambiental.

Figura 2 - Processo de modelos vernáculos em Arequipa. (A) Casa primitiva dos Puquina, ruinas de Huactalacta em Pocsi. (B) Casa de Tiahuanaco e Huari. (C) Casa de Churajón. (D) Casa Inca.



(A) (B) (C) (D)

Fonte: Interpretado de Bernedo (1949)

A cosmovisão dos povos deste período influenciou na utilização dos materiais construtivos. Como os vulcões eram considerados divindades, a

rocha vulcânica de cor branca "sillar" não era utilizada, mas sim outros tipos de rochas locais. Outro aporte importante deste processo pré-hispânico são as "andenerias" (forma de cultivo em escadaria), que permitiu o desenvolvimento do vale de Arequipa.

Quadro 1 – Hipótese do período histórico de Arequipa - vernáculo

Estilo e/ou período (domínio da cultura)	**PRÉ-HISPÂNICO (vernáculo)**			
	PUQUINA	**TIAHUANACO e HUARI**	**CHURAJON**	**Dominação INCA**
	300 a.C - 500 d.C.	500 - 1000 d.C.	1000 - 1450 d.C.	1450 - 1540 d.C.
Terremotos	Sem registros			

Fonte: Elaboração dos autores baseado em Aspilcueta (2013)

4.2 Arquitetura vernácula por síntese – colonial

A longa tradição arquitetônica e urbanista destes povos em contato com a dominação espanhola concorreu para o surgimento de padrões arquitetônicos novos; uma relação de síntese que ocorreu a partir de um processo de apropriação (Burga, 2010).

No começo do período colonial a arquitetura local caracterizou-se pela adaptação às técnicas européias, em termos de expressões formais e estéticas. A tipologia arquitetônica constitui-se de aposentos dispostos em um quadrilátero ao redor de um pátio central. As paredes são de pedra ou adobe, e no marco dos vãos é utilizada a pedra branca vulcânica (sillar). As coberturas inicialmente de palha, passam depois a abobadadas. Devido aos terremotos, as paredes são duplas com espessura de 0,80 a 1,20 metros. A partir de 1600 os estilos adaptaram-se com maior identificação aos cânones europeus como o barroco e o neoclássico. (Palomino , 2012).

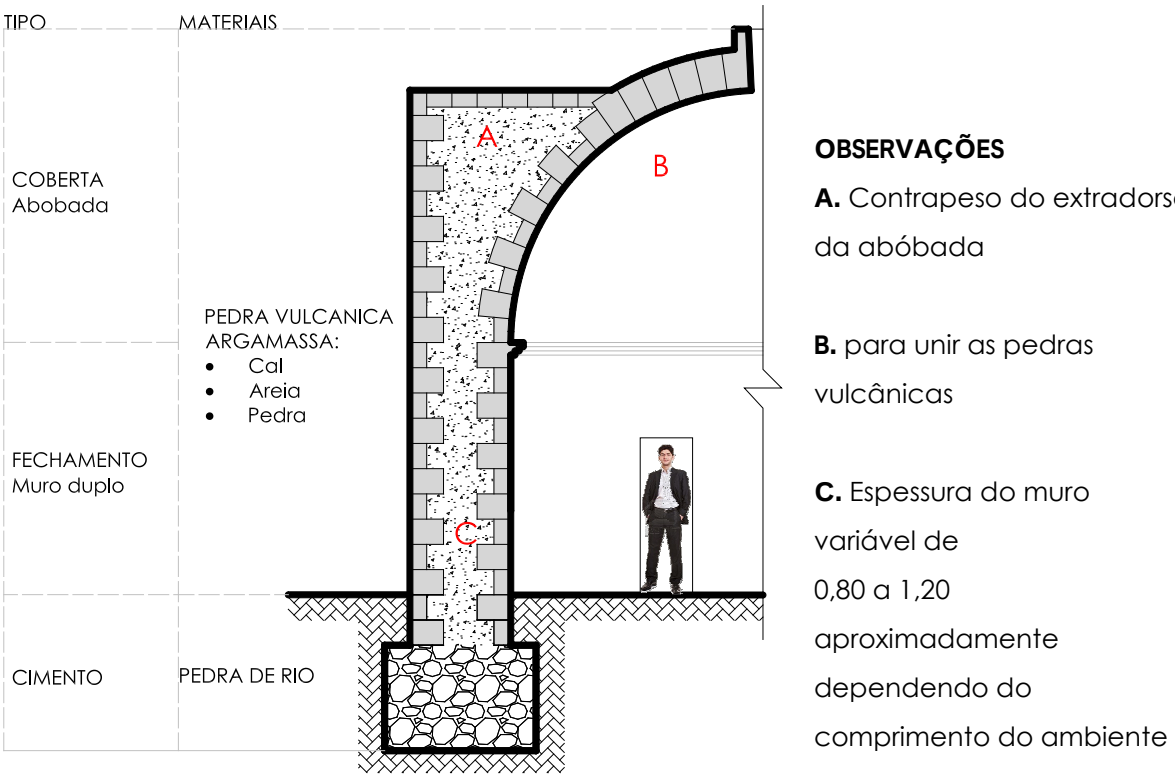
Com a Revolução industrial, novos materiais como o aço passaram a ser utilizados no sistema construtivo, reduzindo a espessura das paredes, depois desta etapa surgiram novas tipologias seguindo vários estilos: Neogótico, Eclético, *Art Nouveau*, *Art Deco*, *Tudor*, etc.

Quadro 2 – Hipótese do período histórico de Arequipa - vernáculo por síntese

Estilo e/ou período	**VERNACULO POR SÍNTESE**				
	Proto - hispânico [1]	Barroco [2]	Neoclássico [2]	Neo-renascentista [2]	Mistura de estilos [2]
	1540-1600	1601-1700	1701-1800	1801-1900	1901-1945
Terremotos	1582, 1600	1604	1784	1868	----

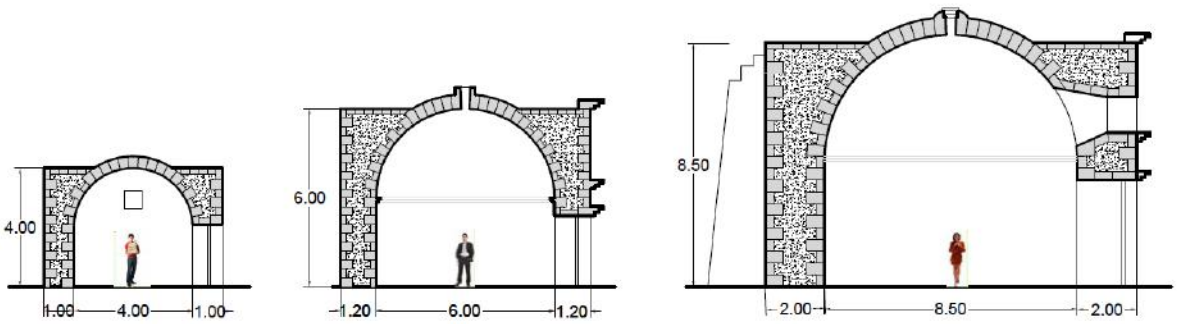
Fonte: Elaboração dos autores baseado em [1] Palomino (2012) e [2] Rios (2000).

Figura 3 – Sistema construtivo da casa senhorial colonial



Fonte: elaboração dos autores

Figura 4 - Processo de modelos vernáculos por sínteses em Arequipa. (A) Casa popular (B) Casa senhorial (C) Igreja



(A) (B) (C)

Fonte: Adaptado de Bustamante (2006)

4.3 Arquitetura "*vernácula moderna*" – republicano

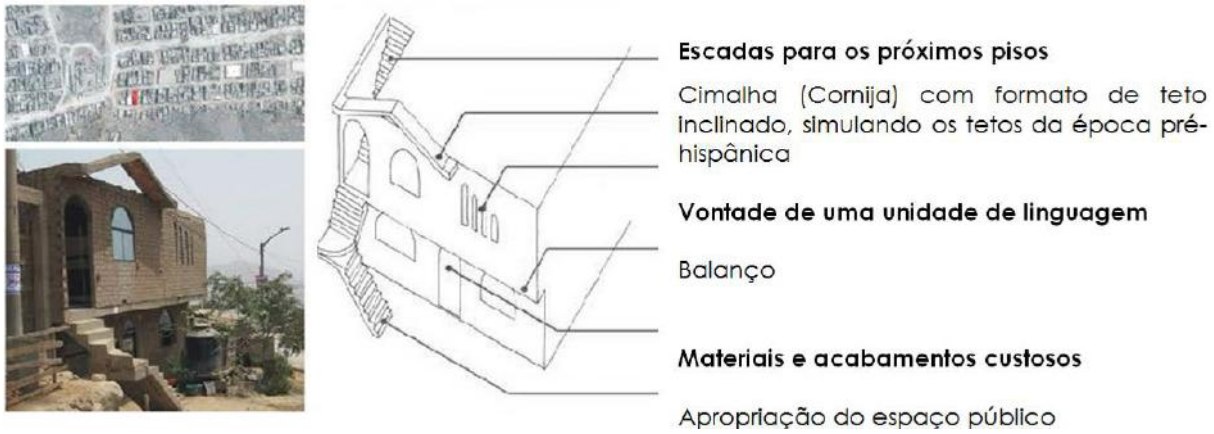
Nos tempos recentes foram construídos importantes equipamentos urbanos para a cidade, com um estilo internacional; influência da arquitetura mundial. Contudo, há também um estilo popular que muitos autores denominam de v*ernáculo moderno*, a arquitetura Chicha[2]. É essencialmente

[2] Assim denominada devido à bebida cerimonial dos Incas, feita com milho fermentado, a chicha. Esta expressão cultural também se estendeu à música, onde se misturou à tradicional com o *rock*. Em arquitetura traz elementos simbólicos das edificações rurais às construções urbanas como mera representação, mas não-funcional.

um fenômeno urbano e produto dos movimentos do campo à cidade, onde o migrante erige na área urbana.

Os materiais utilizados na arquitetura chicha são: as paredes e tetos compostos de tijolo de argila, revestida geralmente com cerâmica. Apresentam figuras simulando outros materiais, como pedras ou madeiras; a estrutura é de concreto armado.

Figura 5 - Características da arquitetura chicha



Fonte: traduzido de Dreifuss (2011)

Figura 6 – Representação da evolução da Arquitetura Chicha no Peru



Fonte: Burga (2010)

Quadro 3 – Hipótese do período histórico de Arequipa - vernáculo moderno

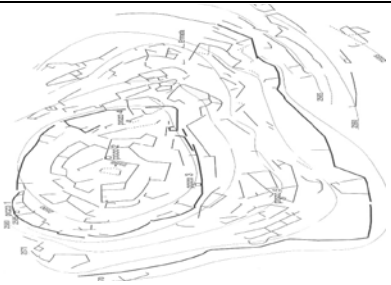
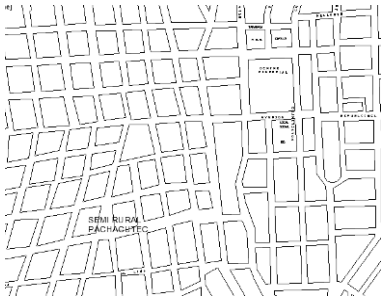
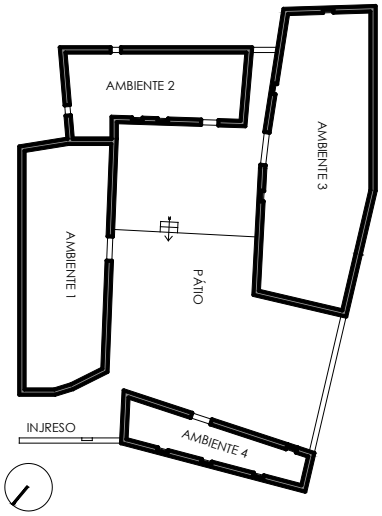
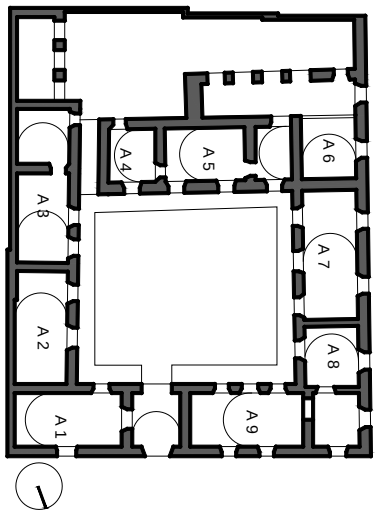
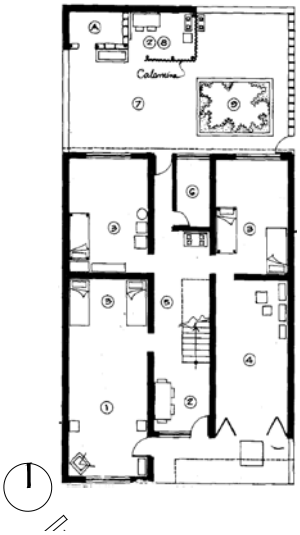
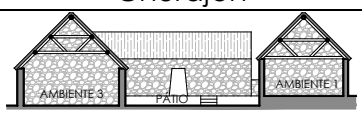
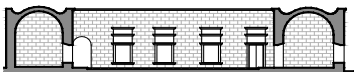
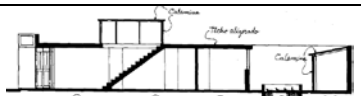
Estilo e/ou período	**REPUBLICA**		
	Moderno[1]	**Pós-moderno[1]**	**Arq. Chicha[2]**
	1945 - 1970	**1971.....**	**1980 - 2015**
Terremotos	1958, 1960	2001	

Fonte: [1]Pastor (2012). [2]Lopez et al. (2015)

5 ANÁLISE BIOCLIMÁTICA DE TIPOLOGIAS VERNÁCULAS REPRESENTATIVAS

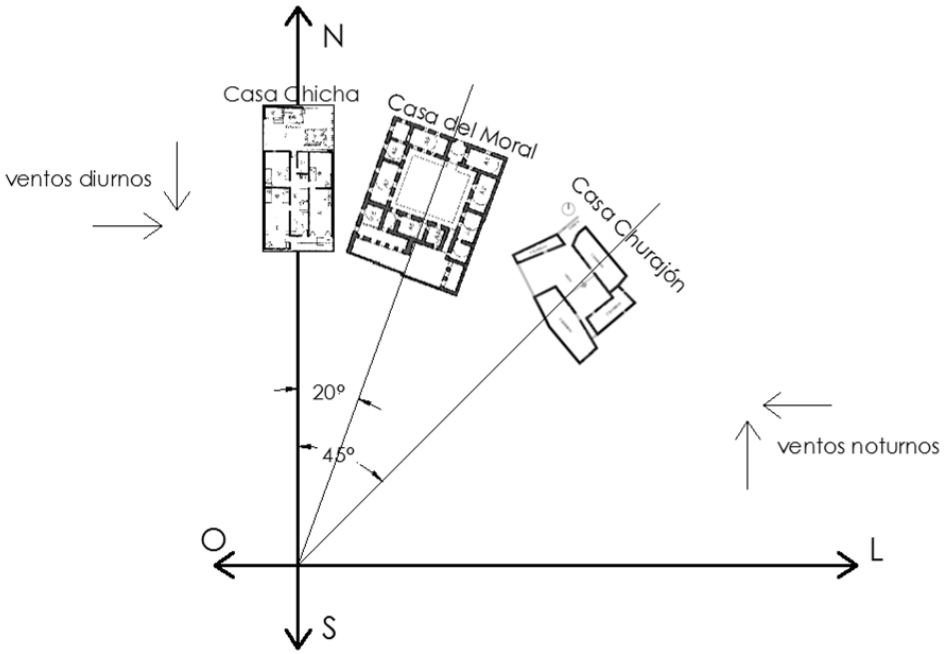
Foram escolhidas três tipologias vernáculas para a análise comparativa em diferentes períodos e localizações no vale de Arequipa.

Quadro 4 – Características das tipologias vernáculas a analisar

Casa Churajón - pré-hispânico, 1000 - 1450	**Casa del Moral – colonial, barroco, seculo XIII**	**Casa Chicha – republicano, 1988**
 [1] A distribuição espacial da montanha "el Pillo", similar ao complexo de Churajón	 [2] Traço fundacional, centro histórico de Arequipa	 [3] Estrutura urbana Cerro Colorado
 [3] Planta baixa da casa Churajón	 [3] Planta baixa da casa Moral	 [4] Planta baixa da casa Chicha
 [3] Corte da casa Churajón	 [3] Corte da casa Moral	 [4] Corte da casa Chicha

Fonte: [1] Álvarez (2000). [2] Almodóvar et al., (2012). [3] Elaboração dos autores. [4] Chamfreau (1988)

Figura 7 - Implantação das tipologias vernáculas

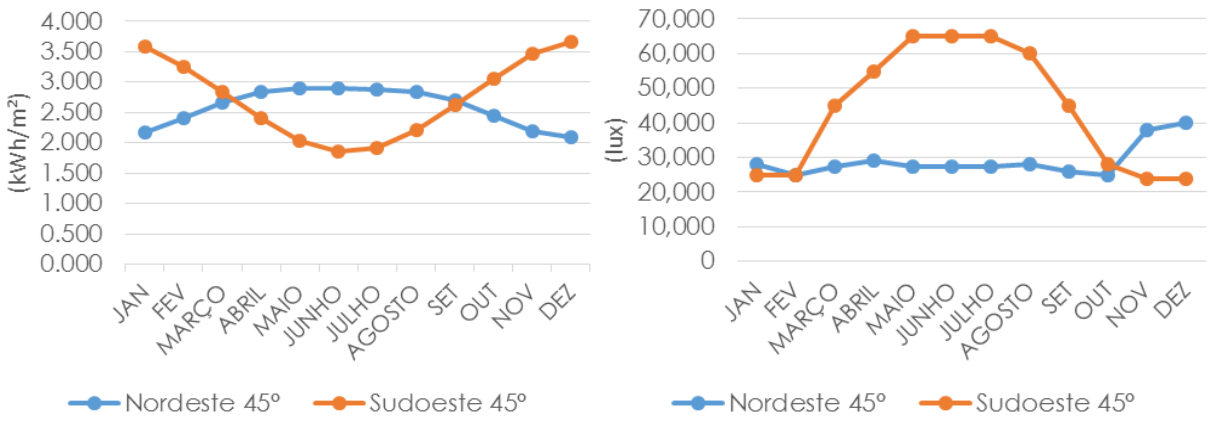


Fonte: Elaboração dos autores

5.1 A casa Churajón

A maioria das habitações encontra-se no período pré-hispânico nas montanhas, no caso do complexo de Churajón a orientação predominante das ruas é 45° Norte. Os lotes eram distribuídos de forma orgânica e irregular, adaptando-se ao terreno. A casa de Churajón era construída em pedra local (paredes de 30 a 40 cm) e palha (cobertura) e tinha pequenas janelas como proteção ao frio noturno. A inclinação das coberturas protegia das chuvas na época de verão.

Gráficos 1 e 2 – Radiação solar incidente média mensal diária (kWh/m²) e iluminância (lux) às 12 h no dia representativo do mês nas fachadas indicadas respectivamente para a casa Churajón.



Fonte: Elaboração dos autores, dados processados em RadlLite 2009, modelo de Dogniaux, clima desértico e urbano.

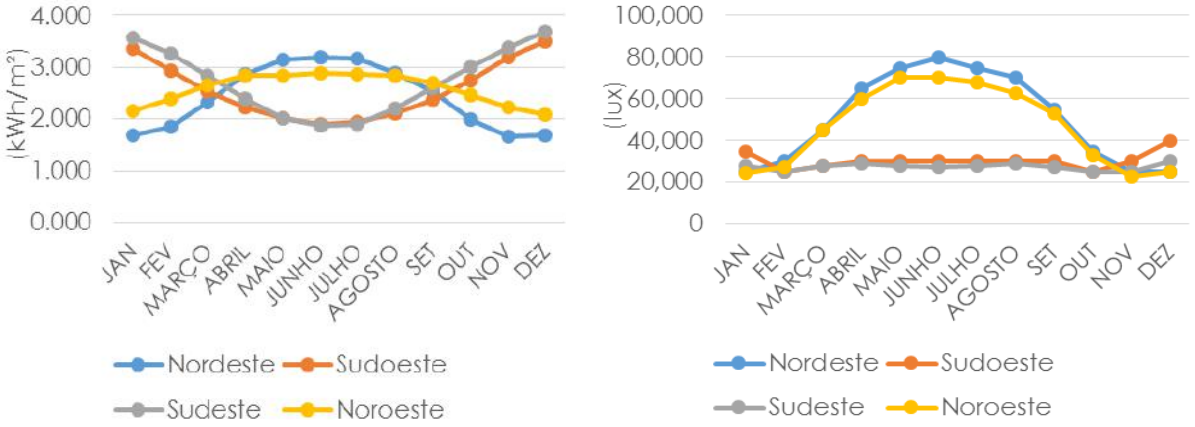
Observa-se que esta orientação dada às construções de azimute 45° em relação ao norte contribui para manter uma insolação quase uniforme na fachada (Nordeste 45°) ao longo do ano. Embora sob insolação, a fachada (Sudoeste) encontra-se protegida dos ventos frios por um cômodo usado como depósito.
Portanto, ocorre a manutenção de uma regularidade climática na área interna da casa, pois a cobertura de palhas tem pequena inércia térmica, além de reduzida transmissão térmica para o interior durante o dia.

5.2 A casa del Moral

A orientação da trama urbana na época colonial onde está inserida a Casa Moral é de azimute 20° Norte.

A casa era organizada em torno de um pátio central. A construção era em pedra vulcânica porosa sillar (paredes e cobertura). As paredes apresentam 1m de espessura para suportar os terremotos. Os tetos abobadados permitiam que as águas pluviais fluíssem para os pátios.

Gráficos 3 e 4 – Radiação incidente média mensal diária (kWh/m²) e iluminância (lux) às 12 h no dia representativo do mês nas fachadas indicadas respectivamente para a casa del Moral.

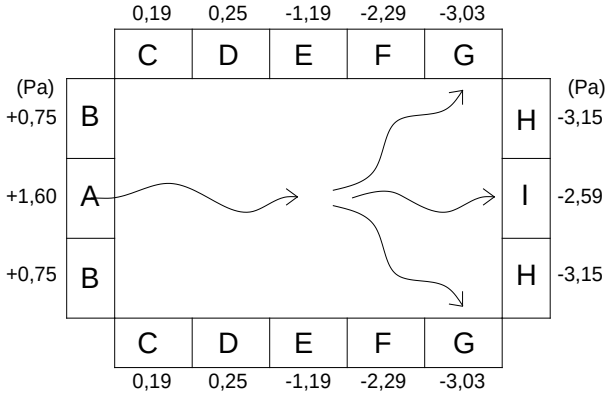


Fonte: Elaboração dos autores, dados processados em RadlLite 2009, modelo de Dogniaux, clima desértico e urbano.

A casa del Moral tem seu comportamento climático ditado pela sua implantação e tipologia construtiva. A implantação segue também relação à incidência solar e aos regimes de ventos. A casa é construída com a rocha branca sillar [k=0,55 W/(mK); ρ=1600kg/m³; Cp= 1000J/(kgK)], o que concorre para uma redução na absorção solar pelo envelope. A diversidade do regime de ventos atuantes nas fachadas Nordeste e Noroeste, além da cor branca de toda estrutura, contribui para o arrefecimento do envelope. A pedra sillar armazena lentamente a parcela solar absorvida durante o dia e a restitui à noite aos ambientes interiores por convecção natural e radiação térmica. A disposição dos aposentos na casa, onde os quartos ocupam em sua maioria os quadrantes Nordeste – Noroeste recebem os ventos diurnos, enquanto os outros aposentos a sota-vento, são ocupadas por outras

funções da casa. A disposição da casa com o pátio interior aberto proporciona condição adequada de ventilação ao longo dos dias e noites.
A circulação dos ventos ao longo dia cria um campo de pressões favorável ao arrefecimento da casa, similar ao que ocorre em uma situação urbana, conforme pode ser visto na Figura 8.

Figura 8 – Distribuição dos coeficientes de pressão de construções ao redor de um grande pátio, obtidos por simulação CFD



Fonte: Adaptado de Bonneaud (2004)

Durante a noite, as portas dos quartos são fechadas de modo a conservar o calor retido e minimizar as correntes de ar frias noturnas.
Também, observa-se que ao meio dia a iluminância natural nas fachadas Nordeste e Noroeste atinge valores mais altos, o que levou originalmente ao uso de fenestrações de pequena área, a fim de reduzir a penetração dos raios solares e condições para ofuscamentos.

5.3 A casa Chicha

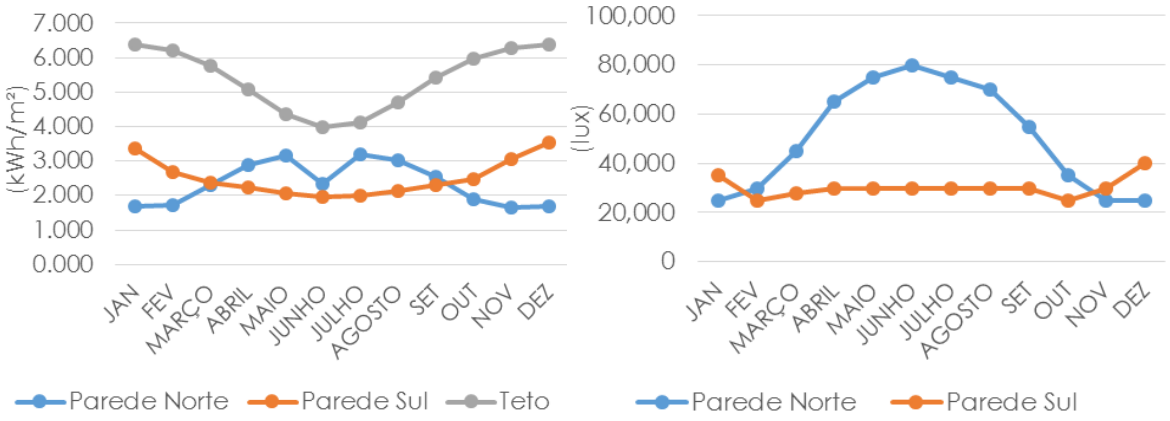
A orientação Norte é a predominante dos lotes, onde está inserida a casa Chicha. A casa analisada encontra-se em uma primeira etapa de construção, e não se observa ainda as características próprias da arquitetura chicha, como por exemplo, o uso de cimalha dando a ilusão de telhados inclinados. Apresenta paredes com 15 cm de espessura (tijolos) e a estrutura em concreto armado.

Os quartos situados na fachada Norte, de março a setembro, recebem maior insolação. Há a penetração dos ventos nas aberturas desta fachada ao longo do dia (barlavento), enquanto que a face Sul que está a sota-vento, comporta as funções de cozinha, banheiro, etc. Esta sofre a ação dos ventos frios noturnos. De março a setembro apresenta uma menor insolação.

Caso a casa tenha só um andar, a insolação na cobertura é alta; e como os materiais construtivos são a alvenaria de tijolos e laje em concreto (mais economicamente rentáveis) há uma grande absorção de energia solar, o que contribui para aquecer muito o interior da edificação. Além disso, devido à má orientação da casa em relação aos ventos diurnos, há somente as infiltrações de ar que pouco contribui para o processo de

arrefecimento. Contudo, com o empilhamento de vários andares, as condições térmicas internas irão variar consideravelmente.

Gráficos 3 e 4 – Radiação incidente média mensal diária (kWh/m²) e iluminância (lux) às 12 h no dia representativo do mês nas fachadas indicadas respectivamente para a casa Chicha.



Fonte: Elaboração dos autores, dados processados em RadlLite 2009, modelo de Dogniaux, clima desértico e urbano.

5.4 Comportamento térmico

De modo a avaliar as propriedades térmicas dos materiais construtivos das casas vernáculas, analisou-se a transmitância térmica, de ambientes similares com características particulares de cada tipologia vernácula. As dimensões em planta 5mx10m foram consideradas para os ambientes. Quanto aos materiais, dimensão do pé-direito, espessura das paredes e coberturas, estes variaram conforme os modelos já apresentados.

Os aposentos foram considerados em contato com o ambiente natural. A metodologia de análise e os dados da transmitância térmica dos materiais locais foram obtidos da norma peruana EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiência Energética (2014).

Quadro 5 - Transmitância térmica (U) dos elementos construtivos em W/(m²K)

componentes	Churajon	del Moral	Chicha
paredes	1,09	0,69	2,34
cobertura	1,29	1,05	1,22

Fonte: elaboração dos autores

No caso das paredes, observa-se que a casa Moral apresenta a mais baixa transmitância térmica sendo a mais favorável ao tipo de clima local devido à sua espessura e o material utilizado. Churajón apresenta valor também aceitável, mas a Chicha apresenta um valor máximo embora aceitável. Para as coberturas, as três tipologias apresentam valores similares e aceitáveis.

Cabe destacar as propriedades da rocha vulcânica sillar, encontrada na região; material poroso e higroscópico sem perda de coesão, contém 73,6 % de SiO_2 além de outros elementos. É uma massa vitroelástica, sendo bom

isolante térmico. O material é de cor predominantemente branca e tem boa refletância na faixa solar.

6 SUSTENTABILIDADE AMBIENTAL

O vale de Arequipa passou por um processo histórico multicultural, o qual apontou para o desenvolvimento integral da região, resultado decorrente da evolução observada ou do processo de transformação dos sistemas construtivos, além do emprego de diversos materiais.

As culturas pré-hispânicas utilizaram materiais próximos do lugar onde construíram suas edificações, tais como a pedra de montanha, pedra de rio, em alguns casos, terra, criando assim uma arquitetura com identidade além dos materiais utilizados não produzirem um impacto ambiental. Já na época da conquista espanhola, com os terremotos que ocorreram, as construções da época pré-hispânica revelaram-se efêmeras em sua maioria e optou-se pela utilização da pedra vulcânica como material exclusivo para as obras, além de um sistema construtivo protegido contra os sismos. Este material exclusivo do vale de Arequipa com propriedades únicas também deu uma identidade à arquitetura do vale, além de ser um material natural do ambiente. Já na época da república, o uso construtivo da pedra vulcânica foi trocado pelos tijolos; um material industrializado que gera muita poluição tanto na sua produção como na construção da obra.

6.1 Soluções passíveis

Segundo (Almodóvar et al., 2012), a melhor orientação urbana para Arequipa seria considerar o azimute 45º para o eixo dos lotes, o que garante que todas as fachadas recebam melhor insolação ao longo do ano, mantendo a fachada Sudoeste como a menos favorável. Um exemplo desta orientação é o complexo descrito de Churajón.

Recomenda-se dispor os ambientes utilizados de uso noturno (dormitórios) do lado norte para manter o aquecimento das paredes, assim como visto no caso da casa Moral.

Os ventos frios de Sudeste provenientes da campina de Arequipa umidificam o ar e recomenda-se orientar as janelas dos ambientes da sala, cozinha e banheiros nesta mesma direção.

7 CONCLUSÕES

A implantação e orientação das casas Churajón e del Moral revelaram-se adequadas para o aproveitamento dos recursos naturais, protegendo-as dos ventos frios noturnos e aproveitando a radiação solar do dia para o conforto térmico no interior dos ambientes. No caso da casa Chicha, observa-se uma involução e valores arquitetônicos perdidos correspondentes à sustentabilidade ambiental.

Os materiais locais historicamente utilizados eram consoantes com a sustentabilidade ambiental para a cidade de Arequipa. Porém atualmente,

estes materiais devem ser melhor analisados para uma adequação à arquitetura contemporânea. Isto porque se deve considerar também a possibilidade de uma futura exaustão das pedreiras de sillar. Os novos projetos para habitações de baixa renda na região deverão levar em consideração diversas questões, como implantação dos lotes, orientação das fachadas e emprego de materiais e técnicas construtivas adequadas.

AGRADECIMENTOS

Ao PRONABEC – Peru, pela bolsa de estudos, a Don Jose Almodóvar pelas informações concedidas.

REFERÊNCIAS

ALMODÓVAR J.; LA ROCHE P.; JIMÉNEZ R.; DOMÍNGUEZ I. **Learning from the Past**. Environmental aspects of the traditional architecture of Arequipa, Perú. PLEA2012 - 28th Conference, Opportunities, Limits & Needs Towards an Environmentally Responsible Architecture. Lima, Peru, 2012.

ÁLVAREZ P. **La Arquitectura y la distribución espacial del poblado prehispánico de Parasca (Polobaya) Arequipa**. Universidad católica de Santa María, 2000.

ASPILCUETA J**. Evolución Urbana de Arequipa Metropolitana**: La construcción de la vulnerabilidad y configuración del riesgo de desastre. Instituto para el Desarrollo Sostenible Urbano Ambiental, 2013.

BERMEJO V. **Historia sintética de Arequipa**. Universidad Nacional de San Agustín. 1949.

BERNEDO M. L. **La cultura Puquina.** Lima, Perú: Ministerio de Educación, 1949. p. 35-49.

BONNEAUD, F. **Ventilation naturelle de l'habitat dans les villes tropicales**. Thèse de doctorat. Ecole Polytechnique de l'Université de Nantes, Nantes-França, 2004.

BURGA B. J. **Arquitectura vernácula Peruana, un análisis tipológico.** Lima: Colegio de arquitectos del Perú, 2010.

BUSTAMANTE R. "**Similarities and Differences in Barrel Vaults of Traditional and Stately Houses in the Historic Centre of Arequipa, Perú**", The Second International Congress on Construction History, Vol. I, 2006. p 461-471, Queen'sCollegue, Cambridge University.

CHAMFREAU M. **La vivienda de los pueblos jóvenes de Arequipa y Trujillo**. Bull instituto Francés. IFEA. Lima, 1988.p. 37-64.

DREIFUSS S.C. **La estética (del huachafo) en la arquitectura limeña contemporánea.** Università degli Studi di Roma, La Sapienza, 2011.

LLANQUE J. **Efectos de la Contaminación Atmosférica en el clima Urbano y Calidad Ambiental de Arequipa**. Universidad Nacional de San Agustin. Arequipa, 2003.

LÓPEZ. RÍOS. MARTÍN. **Architectures in transformation in Perú**: Tradition and modernity. In vernacular Architecture: Towards a sustainable future. Taylor & Francis Group. London, 2015. p. 443- 448.

PALOMINO W. **História de la Arquitectura**. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, 2012.

PASTOR P. **Historia de la Arquitectura 6**. Universidad Nacional de San Agustín. Arequipa, 2014.

PERU. Norma EM.110 : Confort Térmico y Lumínico con Eficiência Energética , 2014.

RADLLITE (software) 2009. Desenvolvido por: Castro E. B. Dissertação de Mestrado em Arquitetura. Universidade Federal de Rio de Janeiro, 1996.

RAMIREZ C. EQUIPO AQPLAN21. **Plan director de Arequipa Metropolitana 2002-2015**. Municipalidad Provincial de Arequipa, 2002. p. 69-75.

RAPOPORT A. **Defining vernacular design.** In Vernacular Architecture: paradigms of environment response, 1990.

RÍOS V. **Manual para la valoración y conservación del patrimonio Arquitectónico de Arequipa,** 2000.

TAMER A. A.; INDJY M. S.; **New strategy of upgrading slum areas in developing countries using vernacular trends to achieve a sustainable housing development.** Architecture Department, Cairo University, Cairo, Egypt, 2011.

VILLENA. **Vernacular architecture and sustainability**: Two or three lessons. In vernacular Architecture: Towards a sustainable future. Taylor & Francis Group. London. 2015. p. 3-8.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ESTUDO SISTEMÁTICO SOBRE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA ENERGÉTICO EM EDIFICAÇÕES[1]

ZINA, Carolina Mendonça (1); DURANTE, Luciane Cleonice (2); CALLEJAS, Ivan Julio Apolonio (3); ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho (4); VILELA, Jhonatha Correia (5); MEDEIROS, Larissa Mendes (6)

(1) UFMT, e-mail: carolinamzina@gmail.com; (2) UFMT, e-mail: luciane.durante@hotmail.com; (3) UFMT, e-mail: ivancallejas1973@gmail.com; (4) UFMT, e-mail: karyna.rosseti@gmail.com; (5) UFMT, e-mail: jcorreiavilela@gmail.com; (6) IFMT, e-mail: larissa.medeiros@ifmt.edu.br

RESUMO

O setor da construção civil tem grande influência na busca por soluções que consumam a energia de forma mais sustentável, pois o mesmo é responsável pelo consumo de grande parcela da energia produzida mundialmente. Este estudo teve por objetivo elaborar uma revisão sistemática acerca do tema Avaliação do Ciclo de Vida Energético (ACVE) aplicada às edificações. Por meio de busca em cinco bancos de dados: do IBICT; do banco de teses da CAPES; do Portal de Periódicos CAPES/MEC; da Biblioteca Sophia (UFPR) e do repositório digital LUME (UFRGS), foram encontrados 432 trabalhos, tendo sido selecionados para o estudo oito trabalhos publicados nos últimos dez anos (2005-2015). Os trabalhos abordaram a metodologia da ACVE para identificar os impactos nas etapas pré-operacional, operacional e pós-operacional relacionados à edificação. Conclui-se que, apesar de se ter uma produção qualitativa do assunto, ainda há carência de dados referentes à energia embutida de materiais construtivos da indústria brasileira, fazendo com que se utilizem dados internacionais não representativos da realidade nacional.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção. Energia embutida.

ABSTRACT

The construction sector has great influence in the search for solutions that consume energy more sustainably, because it is responsible for consuming large portion of the energy produced worldwide. This study aimed to carry out a survey on the subject of Life Cycle Analysis of Energy (ACVE) applied to buildings in the systematic review format. By searching in five databases: IBICT; Bank of CAPES theses; Portal of CAPES Periodicals / MEC; Sophia Library (UFPR) and digital repository LUME (UFRGS), were found 432 jobs and was selected to this study eight papers published in the last ten years (2005-2015). The jobs addressed the methodology ACVE to identify the impact on pre-operational, operational and post-operational phases related to the building. Were conclude that, although there was a qualitative production of the subject, there is still lack of data on the embodied energy of building materials of the Brazilian industry, making them use international data that is not representative of the national reality.

***Keywords**: Sustainability. Construction. Embodied energy.*

[1] ZINA, Carolina Mendonça; DURANTE, Luciane Cleonice; CALLEJAS, Ivan Julio Apolonio; ROSSETI, Karyna de Andrade Carvalho; VILELA, Jhonatha Correia; MEDEIROS, Larissa Mendes. Estudo sistemático sobre avaliação do ciclo de vida energético em edificações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A Análise do Ciclo de Vida (ACV) é uma técnica usada para avaliar os impactos ambientais de um produto ao longo de todo ciclo de vida, isto é do berço ao túmulo, desde a extração da matéria prima até o descarte final, passando pela fase de produção e uso (NBR ISO 14.040, 2009). Compreende as fases de definição do objetivo e escopo, inventário do ciclo de vida, avaliação do impacto e interpretação dos resultados.

A ACV contempla a identificação de todos os impactos causados por um produto, sendo de extrema complexidade, pois deve considerar todas as parcelas de interferência que sejam relevantes durante o seu ciclo de vida (SILVA, 2012).

Com o intuito de simplificar este tipo de estudo, tem-se a Análise do Ciclo de Vida Energético (ACVE), que é uma avaliação direcionada a uma parcela importante do ciclo de vida, a Energia Embutida ou Energia Incorporada, que é a quantificação dos insumos energéticos necessários para se produzir determinado produto (SILVA, 2012).

Este artigo aborda a ACVE no contexto do produto edificações, que de acordo com o mesmo autor, tem a energia total proveniente de três parcelas. A primeira é a energia consumida para a extração de matéria prima, fabricação dos materiais e construção da edificação, denominada energia incorporada ou embutida. A segunda é a energia consumida durante a operação da edificação, ou seja, na iluminação, aquecimento de água, cocção e climatização, sendo esta a energia operacional. A terceira é a energia utilizada para a desconstrução da edificação e o transporte dos resíduos.

O objetivo geral é realizar um levantamento das publicações científicas em banco de dados brasileiros acerca do tema da Análise do Ciclo de Vida Energético, utilizando a metodologia de Revisão Sistemática. Como objetivos específicos citam-se identificar o objeto de estudo ao qual se aplica a ACVE e relacionar os valores de energia embutida com os materiais e sistemas construtivos abordados nos estudos.

2 MÉTODO

A metodologia apoia-se nos pressupostos teóricos de Revisão Sistemática. Consiste em um estudo secundário que reúne estudos semelhantes e os analisa criticamente em sua metodologia (CLARKE e OXMAN, 2000). As palavras-chave foram "ciclo de vida energético" e "construção" e a busca foi delimitada em um período de 10 anos (2005-2015). Os bancos de dados pesquisados foram Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT), Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), Portal de Periódicos da CAPES/MEC, Biblioteca Sophia (UFPR) e Repositório digital LUME (UFRGS). Foram encontrados 422 trabalhos, dos quais três constavam em mais de um dos bancos anteriormente citados. Após leitura dos resumos foi realizada uma pré-seleção e, posteriormente, a leitura

completa permitiu a seleção dos trabalhos, com base no critério de pertinência ao tema. Ao final, foi elaborado um quadro, como forma de consolidação dos resultados encontrados.

3 RESULTADOS

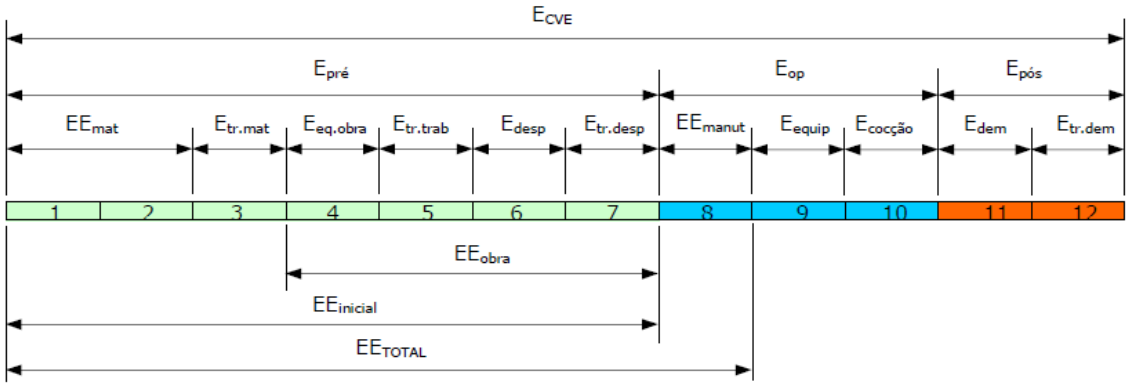
Com base nos critérios de seleção foi possível reunir oito trabalhos, sendo seis nacionais (TAVARES, 2006; MARCHESINI, 2013; OBA, 2014; SILVA, 2012; CARMINATTI JUNIOR, 2012; HERRERA, 2013) e dois uruguaios elaborados em parceria com a UFRGS (PELUFO, 2011; CASAÑAS, 2011). A seguir, extraem-se dos trabalhos os recortes aderentes aos objetivos deste artigo.

Tavares (UFSC, 2006) teve por objetivo identificar e quantificar os eventos significativos que influenciam no consumo energético ao longo da vida útil das residências brasileiras. A metodologia proposta para o cálculo de energia embutida foi o método de análise híbrido, considerando os métodos de análise de processo e análise estatística. Segundo o autor, a análise de processo detalha todas as etapas de um processo de fabricação, discriminando os eventos de consumos energéticos diretos e indiretos em cada etapa. Já a analise estatística é realizada a partir de estatísticas das fábricas, setores industriais e órgãos do governo sobre os consumos energéticos de produtos ou categorias.

A energia total do ciclo de vida de uma edificação E_{CVE} (MJ/m²), é dada pela Equação 1, onde E_{pre} é a energia pré-operacional (MJ), E_{op} é a energia operacional (MJ), E_{pos} é a energia pós-operacional (MJ) e A_{edif} é área da edificação. A Figura 1 ilustra o Ciclo de Vida das edificações

$$E_{CVE} = \frac{(E_{pre} + E_{op} + E_{pos})}{A_{edif}} \quad (1)$$

Figura 1: Fases e etapas do ciclo de vida energético das edificações.

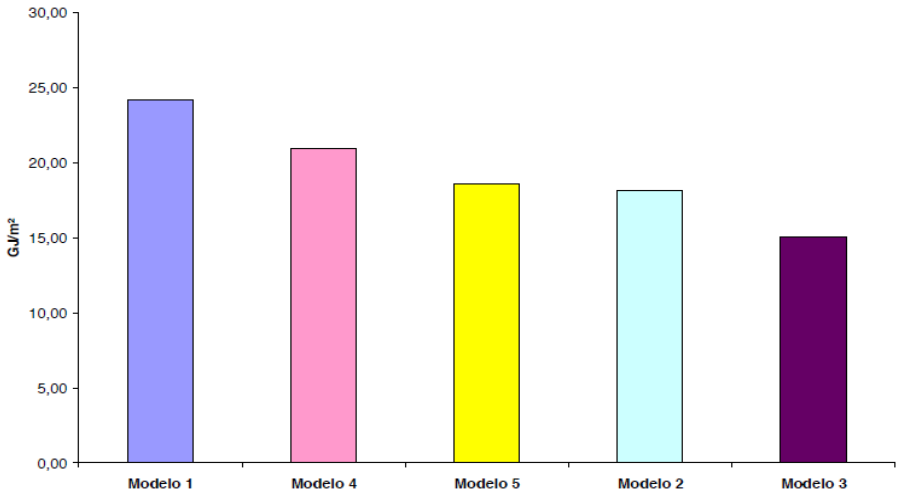


Fonte: Tavares (2006)

O equacionamento proposto por este método foi aplicado a cinco modelos, considerando o ciclo de vida da edificação de 50 anos. A energia total do ciclo de vida dos modelos variou de 15,01 a 24,17GJ/m² (Figura 2) e a

energia pré-operacional variou de 4,10 a 4,90GJ/m². Dessa forma, concluiu-se que a energia embutida dos materiais de construção corresponde de 29 a 49% do Ciclo de Vida de uma edificação. Foram especificados de 23 a 26 materiais por modelo e apenas dez reúnem 90% da energia embutida. Três destes materiais, a cerâmica vermelha, cimento e aço, ocupam as primeiras posições acumulando mais de 60% da energia embutida, com 5,40, 4,20 e 30,00MJ/kg, respectivamente. A tinta merece atenção especial, pois além de ser o quarto em energia inicial (tinta acrílica 61,00MJ/kg, tinta óleo 98,10MJ/kg e PVA 65,00MJ/kg) é o material que mais a acumula ao final do ciclo de vida, devido às manutenções.

Figura 2 – Energia no Ciclo de Vida dos cinco modelos.



Fonte: Tavares (2006)

Marchesini (2013) faz uma análise da influência do mobiliário em MDF no ciclo de vida energético de uma edificação comercial de 50,8m², do berço ao portão, ou seja, não considerou a energia para destinação final dos materiais após o descarte.

Para o cálculo da energia embutida, utilizou-se um método híbrido, envolvendo análise de processo e análise estatística, obtendo o valor da energia embutida do mobiliário de 38.541MJ ou 0,76GJ/m², composto por 0,02GJ/m² referente aos transportes, 0,01 GJ/m² na montagem dos módulos em MDF e 0,73 GJ/m² na fabricação dos materiais. Concluiu que 97,2% da energia embutida do mobiliário provêm da extração da matéria prima e da fabricação dos materiais, sendo a energia embutida inicial da edificação de 7,36GJ/m², a recorrente de 2,67GJ/m², a operacional de 12GJ/m² e a energia total de 24,03GJ/m², para um ciclo de vida de 50 anos. A energia embutida do mobiliário em MDF corresponde a 8,3% da energia embutida da edificação e somando-se o valor das energias embutidas do mobiliário e não mobiliário se chega ao mesmo valor da energia operacional.

Oba (2014) analisa os valores de consumo energético da construção, manutenção, alterações e operação de equipamentos do Centro Politécnico da UFPR, e os relaciona por meio de simulações computacionais

com o desempenho termoenergético. Por tratar de um trabalho voltado para uma edificação com mais de 50 anos de uso, o objetivo foi identificar possíveis oportunidades de se conseguir eficiência energética e evitar soluções aleatórias em manutenções. O limite deste estudo foi determinado como sendo do berço ao portão, ou seja, foi contabilizada a energia embutida da edificação, na fase pré-operacional; a energia embutida recorrente, calculando as manutenções durante a fase operacional e a energia operacional estimada para 50 anos.

A autora concluiu que a construção é a etapa que mais consome energia, sendo 4.675.004MJ, seguido pela etapa de manutenção 686.587MJ e, por último, a etapa de substituição 147.173MJ. Além disso, foi possível perceber que a estrutura em concreto é que a mais contribui para o aumento da energia embutida inicial, sendo 2.582.536MJ. Mesmo não sofrendo nenhuma manutenção ou substituição durante 50 anos, essa estrutura representa 47% de toda energia embutida da construção.

Reforça que os valores de energia embutida inicial para as esquadrias (419.136MJ) e acabamentos (660.884MJ) somados, representam 60% da energia embutida total. As alterações físicas foram pouco significativas no consumo energético, sendo que os usos dos equipamentos elétricos foram os que mais consumiram durante os 50 anos.

Silva (2012), em dissertação desenvolvida na UFRGS, fez uma ACVE aplicada a sete tipologias de habitações de interesse social, sendo cinco unifamiliares e duas multifamiliares. A metodologia utilizada foi a mesma já proposta por Tavares (2006).

Na fase pré-operacional, os resultados variaram entre 83,20 até 154,03GJ. A fase operacional variou entre 860,30 e 1.053,98GJ. A fase pós-operacional variou entre 2,33 e 7,48GJ. Foi constatado que as edificações que utilizam métodos construtivos convencionais variaram sua energia pré-operacional entre 10,91 e 12,69% da energia total da edificação. Já uma das tipologias, que possui estrutura e fechamento em madeira tem a energia incorporada menor que a dos demais, sendo 8,71% do total da energia consumida durante o ciclo de vida.

O consumo durante a fase operacional variou de 86,80 a 91,04% e a fase pós-operacional de 0,24 a 0,65% de toda energia consumida durante a vida da edificação. Concluiu-se que cerca de 10% dos materiais são responsáveis por 90% de toda energia embutida na fase pré-operacional, sendo eles: cimento Portland, blocos cerâmicos e de concreto, telhas cerâmicas e de fibrocimento, as tintas e texturas, o aço, a areia, as pedras britadas e cerâmicas de revestimento.

Outro estudo que também aplica os conceitos de ACVE para projetos de habitação de interesse social é o de Carminatti Junior (2012), com o objetivo de quantificar a energia embutida de um projeto de HIS utilizando Light Steel Framing (LSF) como sistema construtivo. Os resultados foram comparados com outras duas tipologias, uma em alvenaria estrutural de blocos de concreto e, outra, em alvenaria estrutural de blocos cerâmicos.

Analisaram-se as etapas de fabricação dos materiais e transporte destes até o canteiro de obras. A alvenaria estrutural em blocos cerâmicos foi a que apresentou menor valor em relação às outras tipologias, sendo 3,0GJ/m². O LSF apresentou valor de 3,9GJ/m² e a alvenaria estrutural em blocos de concreto de 6,6 GJ/m², devido à alta energia embutida do material concreto. Contudo, ao considerar apenas os subsistemas de estrutura e fechamentos verticais internos e externos, o LSF apresentou o menor valor de energia embutida (36,9GJ). Isto é justificado pelo fato do LSF demandar fundação em radier, enquanto que os demais sistemas exigem sapata corrida, aumentando o consumo de concreto.

Herrera (2013) fez uma análise do consumo energético de uma moradia social, por meio do cálculo da energia incorporada dos materiais construtivos utilizados no projeto e o consumo energético provocado pelo comportamento dos materiais da envoltória quando alterados.

Utilizou um modelo de moradia de 43,95m², sendo o que apresentou o maior valor de energia incorporada inicial foi o bloco cerâmico e telha cerâmica com 122,22GJ. Já o de menor energia incorporada inicial foi o bloco cerâmico e telha de fibrocimento com 108,91GJ. No quesito consumo energético durante 40 anos, a tipologia que apresentou maior consumo foi bloco cerâmico e telha cerâmica com 227,58GJ. Já a tipologia de menor consumo foi bloco de concreto e telha de fibrocimento, com 186,57GJ.

Pelufo (2011) realizou uma ACVE de um edifício no Uruguai, pelo método de análise de processo. Foram levantadas as energias incorporada e operacional e elaboradas propostas construtivas alternativas para a estrutura de concreto e para a alvenaria de tijolos.

Com base em dados secundários de energia embutida foram calculados os valores de energia incorporada total dos materiais, sendo 16.758,06GJ. Se considerar a área coberta total, o valor é de 6,012GJ/m² e se considerada a área construída o valor aumenta para 8,66GJ/m².

A energia embutida recorrente das manutenções em 60 anos foi de 3418,31GJ, representando 20,72% da energia embutida inicial. Já a energia despendida para a demolição e transporte dos detritos foi 331,22GJ. A energia operacional anual do edifício foi 874,31GJ/ano.

Para as propostas construtivas alternativas, primeiramente foi analisada a mudança do projeto da estrutura. A energia embutida para as lajes e vigas da solução alternativa foi 10,72% menor que a solução original. Quando adicionado 20% de CBC (Cinza do bagaço da cana) ao cimento Portland ocorreu redução da energia embutida de 194,8GJ, o que equivale a 1,50% da energia embutida total.

Posteriormente, foram analisadas alternativas de substituição da alvenaria interna de tijolo maciço. Nas paredes divisórias entre as unidades, de 20 cm de espessura, aplicou-se tijolo furado e a energia embutida foi de 1045,3MJ/m², enquanto que a solução original foi de 959,8MJ/m². Quando

aplicado duas placas de gesso de 75mm com perfis estruturais de aço galvanizado e isolamento em lã de vidro, obteve-se 1011,5721 MJ/m².

Ao se utilizar tijolo furado, para as paredes internas de 15 cm, a energia embutida foi de 364,92MJ/m², enquanto que a solução original foi de 618,6MJ/m². Aplicando-se duas placas de 40mm, perfil metálico e lã de vidro, a energia embutida foi de 473,9721MJ/m² e com uma placa de 60 mm, perfil metálico e poliestireno expandido, o valor de energia embutida foi de 433,5921MJ/m². Desta forma, esta alternativa não acarreta em uma diminuição na energia embutida nas divisórias entre as unidades. Contudo, o valor calculado para a energia embutida total com essa solução é de 2.719,57GJ, reduzindo o valor com a proposta original em 7,31%. Desta forma, concluiu-se que a alteração da alvenaria mostrou-se significativa.

A tese de Casañas (2011) teve como objetivo identificar a melhor opção construtiva para habitações, levando em consideração dados de consumo energético dos materiais produzidos por duas empresas uruguaias (LMP e LGP). Foi estimada a energia incorporada do tijolo, aço e cimento e analisada a unidade funcional de 1m^2 de área de parede. O valor médio da energia embutida do tijolo das duas empresas foi de 2,77MJ/kg. O valor de energia incorporada para o aço e cimento foi de 14,58J/kg e 4,85MJ/kg, respectivamente.

Utilizaram-se três sistemas construtivos representativos das construções uruguaias: 1) parede dupla de tijolo com câmara de ar e uma camada impermeável, com espessura de 29cm; 2) parede dupla de tijolo sem câmara de ar, com uma camada impermeável, espessura de 19cm; e 3) parede de concreto armado, com espessura de 25cm.

O primeiro sistema apresenta o conteúdo energético mais elevado, com 1.222MJ/m^2 de parede, devido principalmente à estrutura e à quantidade de cerâmicas utilizadas, representando 79% do valor. Este sistema tem como vantagem uma menor transmitância térmica, sendo U=1,35W/(m^{2}K).

O segundo sistema apresenta valor médio de conteúdo energético, sendo 819MJ/m^2 de parede, com as mesmas características que o sistema anterior. A transmitância térmica é 2,21W/(m^{2}K).

O último sistema construtivo contém o menor valor energético, de 758 MJ/m^2 de parede e a pior transmitância térmica 2,82W/(m^{2}k).

Já para a unidade funcional de uma habitação de 52m^2, os sistemas apresentaram energia embutida de 1.127,2MJ/m^2, 823,5MJ/m^2 e 533,5MJ/m^2, respectivamente. Concluiu-se que as paredes de tijolos cerâmicos são as que menos impactam, já que o consumo de energia provém de fontes renováveis e as emissões são menores que as do aço e cimento, para os quais ainda se tem o impacto do transporte que aumenta a energia incorporada.

A partir da revisão sistemática realizada, apresenta-se uma consolidação no Quadro 1, no qual se destaca de cada trabalho selecionado o autor, o tipo de edificação objeto de estudo e os valores de energia incorporada.

Quadro 1 – Trabalhos selecionados segundo ano de publicação, banco de dados, objeto de estudo e highligts

AUTOR (ANO) BANCO DE DADOS	OBJETO DE ESTUDO	RESULTADOS
TÍTULO: Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de edificações residenciais brasileiras.		
Tavares (2006) IBICT	- Edificação unifamiliar Modelo 1: 63 m²; 140kWh/mês Modelo 4: 45 m²; 420kWh/mês Modelo 5: 252 m²; 650kWh/mês - Edificação unifamiliar Modelo 2: 70 m²; 160kWh/mês Modelo 3: 00 m²; 240kWh/mês	Modelo 1: 24,17 GJ/m² Modelo 2: 18,12 GJ/m² Modelo 3: 15,01 GJ/m² Modelo 4: 20,90 GJ/m² Modelo 5: 18,55 GJ/m²
TÍTULO: O projeto de readequação visando à construção mais sustentável no edifício moderno: estudo de caso sobre o Centro Politécnico da UFPR.		
Marchesini (2013) UFPR	Análise da influência do mobiliário em MDF no ciclo de vida energético de edificação comercial de 50,8m².	Mobiliário: 101,36GJ ou 2,0GJ/m² Edifício: 24,03GJ/m².
TÍTULO: O projeto de readequação visando à construção mais sustentável no edifício moderno: estudo de caso sobre o Centro Politécnico da UFPR.		
Oba (2014) UFPR	Centro Politécnico da UFPR - bloco didático do curso de Arquitetura e Urbanismo	Construção: 4.675,004MJ Manutenção: 686.587MJ Substituição: 147.173MJ
TÍTULO: Análise do ciclo de vida energético de habitações de interesse social.		
Silva (2012) PERIÓDICO CAPES; CAPES; IBICT	Tipo 1: 40,65 m² Tipo 2: 46,14 m² Tipo 3: 31,60 m² Tipo 4: 38,60 m² Tipo 5: 45,70 m² Tipo 6: 41,8 m² Tipo 7: 30,00 m²	Tipo 1: 29,24GJ/m² Tipo 2: 25,91GJ/m² Tipo 3: 30,85GJ/m² Tipo 4: 29,72GJ/m² Tipo 5: 26,57GJ/m² Tipo 6: 28,42GJ/m² Tipo 7: 31,83GJ/m²
TÍTULO: Análise do ciclo de vida energético de projeto de Habitação de Interesse Social concebido em Light Steel Framing.		
Carminatti Junior (2012) IBICT	Projeto de Habitação de Interesse Social de Light Steel Framing (LSF), comparando sistemas construtivos diferentes: bloco cerâmico e alvenaria estrutural de blocos de concreto.	Bloco cerâmico: 3,0GJ/m² Light Steel Framing: 3,9GJ/m² Alvenaria estrutural: 6,6GJ/m²
TÍTULO: Quantificação e correlação das variáveis do ciclo de vida energético da edificação: energia incorporada na envolvente arquitetônica e consumo energético pelo comportamento térmico, caso de estudo: moradia.		
Herrera (2013) IBICT	- HIS com 43,95m² Bloco de concreto e telha cerâmica Bloco de concreto e telha de fibrocimento Bloco cerâmico e telha de fibrocimento Bloco cerâmico e telha cerâmica	 Bloco concreto e telha cerâmica: 5,15GJ/m² Bloco concreto e telha de fibrocimento: 4,25GJ/m² Bloco cerâmico e telha de fibrocimento: 4,28GJ/m² Bloco cerâmico e telha cerâmica: 5,18GJ/m²

Continuação Quadro 1 – Trabalhos selecionados segundo ano de publicação, banco de dados, objeto de estudo e highligts

AUTOR (ANO) BANCO DE DADOS	OBJETO DE ESTUDO	RESULTADOS
TÍTULO: Análisis de la energía incorporada de un edificio en altura en Uruguay.		
Pelufo (2011) IBICT	Edifício alto no Uruguai com estrutura em concreto e alvenaria de tijolo maciço, comparando com propostas construtivas alternativas: - mudança no projeto da estrutura - mudança do tipo de concreto (com 20% de CBC) - tijolo cerâmico furado (1) - placa de gesso com perfis estruturais de aço galvanizado e isolamento em lã de vidro (2) - poliestireno expandido (3)	**- Lajes e vigas** Original: 2.544,328GJ Alternativa: 2.271,569GJ **- Concreto** Tradicional (original): 1.823,046GJ Com CBC (alternativa): 1.628,257 GJ **- Paredes internas 20cm** Original: 959,8MJ/m² Alternativa 1: 1045,3MJ/m² Alternativa 2: 1011,5721 MJ/m² **- Paredes internas 15cm** Original: 618,6MJ/m² Alternativa1: 364,92 J/m² Alternativa 2: 473,9721MJ/m² Alternativa 3: 433,5921MJ/m²
TÍTULO: La energía como indicador del impacto ambiental en los sistemas constructivos conformados a partir de materiales de producción nacional.		
Casañas (2011) PERIÓDICO CAPES	Habitações isoladas do "Proyecto Cuenca Carrasco" com 52m²	Parede dupla de tijolo com câmara de ar: 1.127,2MJ/m² Parede dupla de tijolo sem câmara de ar: 823,5MJ/m² Parede de concreto armado: 533,5MJ/m²

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

A partir da pesquisa realizada, constatou-se que existe uma produção qualitativa a respeito do assunto, contudo limitada ainda pela indisponibilidade de dados adaptados à produção da indústria brasileira.

Os resultados obtidos, por sua vez, evidenciam a etapa do ciclo de vida em que se concentra a maior quantidade de energia, o que permite a adoção de medidas para diminuir os impactos. Cada trabalho apresentou um resultado que possibilitou a tomada de decisões com o intuito de chegar a um patamar de sustentabilidade desejado.

Os objetos de estudo foram em sua maioria residências unifamiliares e multifamiliares, abordando habitação de interesse social, edifício de múltiplos pavimentos e o mobiliário no contexto de um edifício comercial.

A metodologia dos trabalhos foi predominantemente baseada em Tavares (2006) e apenas Casanãs realizou as medições energéticas dos materiais *in loco*.

Foi constatado que 90% da energia embutida está concentrada em 10% dos materiais, sendo eles cimento Portland, blocos cerâmicos e de concreto,

telhas cerâmicas e de fibrocimento, as tintas e texturas, o aço, a areia, as pedras britadas e cerâmicas de revestimento.

Os materiais empregados em maior quantidade nos objetos de estudo de Tavares (2006) foram cerâmica vermelha, cimento e aço com energia embutida de 5,40, 4,20 e 30,00 MJ/kg, respectivamente.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao CNPq pela concessão de bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14040:** Gestão ambiental – Avaliação do Ciclo de vida – Princípios e estrutura. Rio de Janeiro: ABNT, 2009.

CASAÑAS, V. **La energía como indicador del impacto ambiental en los sistemas constructivos conformados a partir de materiales de producción nacional.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

CLARKE, M.; OXMAN, A. D. (Ed.). **Cochrane Reviewers' Handbook 4.1**. In: Review Manager. Version 4.1. Oxford: The Cochrane Collaboration, 2000.

HERRERA, J. A. Q. **Quantificação e correlação das variáveis do ciclo de vida energético da edificação: energia incorporada na envolvente arquitetônica e consumo energético pelo comportamento térmico, caso de estudo: moradia.** Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Carlos, 2013.

JUNIOR, R. C. **Análise do ciclo de vida energético de projeto de habitação de interesse social concebido em light steel framing.** Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Carlos, São Carlos, 2012.

MARCHESINI, I. A. **Análise da influência do mobiliário em mdf no ciclo de vida energético da edificação: um estudo sobre a energia embutida no mobiliário de escritórios comerciais.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

OBA, M. M. **O projeto de readequação visando à construção mais sustentável no edifício moderno: Estudo de caso sobre o centro politécnico da UFPR.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2014.

PELUFO, P. **Análisis de la energía incorporada de un edificio en altura en Uruguay.** Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2011.

SILVA, L. P. **Análise do ciclo de vida energético de habitações de interesse social.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

TAVARES, S. F. **Metodologia de análise do ciclo de vida energética de edificações residências brasileiras**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ESTUDO DAS TEMPERATURAS SUPERFICIAIS DAS FACHADAS COM EMPREGO DA SIMULAÇÃO HIGROTÉRMICA[1]

AGOSTINHO, L. B. (1); LIRA, J. S. M. M. (2); SANTOS, F. C. (3); ZANONI, V. A. G. (4); BAUER, E (5)

(1) UnB, e-mail: liviaborbagostinho@gmail.com; (2) UnB, e-mail: juliasanttiago@gmail.com; (3) IFG, e-mail: franciellecoelho2@hotmail.com; (4) UnB, e-mail: vandaz@terra.com.br; (5) UnB, e-mail: elbauerlem@gmail.com

RESUMO

As degradações em fachadas podem variar de acordo com as condições de exposição que são decorrentes das características climatológicas da região. Muitos edifícios residenciais localizados no Plano Piloto de Brasília apresentam manifestações patológicas nas fachadas devido à ação dos agentes climáticos. Essas manifestações patológicas podem ter diversas origens, das quais se destacam aquelas relacionadas aos fatores atmosféricos, em especial a radiação solar e a temperatura do ar. Portanto, o objetivo deste trabalho foi estudar a incidência de radiação solar e temperatura na superfície da fachada por meio de simulação higrotérmica com auxílio da ferramenta computacional Wufi® Pro 5.3, no período de 1 ano, em um edifício residencial em Brasília-DF. Neste estudo, como dados de entrada, foram considerados os valores de absortância dos elementos de fachada e a orientação da edificação. Foram realizadas análises da influência da temperatura e radiação nas diferentes orientações do edifício em diferentes épocas do ano, correlacionando as variáveis de análise com a carta solar de Brasília. A partir das análises da incidência da radiação solar e das variações de temperatura foi possível estimar a orientação de fachada mais crítica aos agentes climáticos considerados.

Palavras-chave: Fachadas. Degradação. Simulação higrotérmica. Temperatura.

ABSTRACT

Degradation in façades may vary according to the exposure conditions which are resulting from climatic characteristics of the region. Many residential buildings located in the Brasilia Pilot Plan have pathological manifestations on the façades due to the action of climatic agents. Such pathological events can come from various sources, which include those related to atmospheric factors, in particular solar radiation, and air temperature. Therefore, the objective of this research was to study the incidence of solar radiation and temperature on the façade surface through hygrothermal simulation with the aid of computational tool Wufi® Pro 5.3, in the period of one year, on a residential building in Brasilia-DF. In this study, as input data, they considered the absorptance values of façade elements and orientation of the building. The influence of temperature and radiation analyses were performed on different building orientations at different times of the year, correlating these variables with of Brasilia. From the analysis of the incidence of solar radiation and temperature sun path diagrams variations, it was possible to estimate the most critical façade orientation for the climatic agents considered.

[1] AGOSTINHO, Lívia; LIRA, Júlia; SANTOS, Francielle; ZANONI, Vanda; BAUER, Elton;. Estudo das temperaturas superficiais das fachadas com emprego da simulação higrotérmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16. 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: *Façades. Degradation. Hygrothermal simulation. Temperature.*

1 INTRODUÇÃO

Muitas edificações situadas em Brasília apresentam manifestações patológicas nas fachadas, devido à ação dos agentes climáticos, causando um processo de degradação, das quais se destacam aquelas relacionadas aos fatores atmosféricos, em especial a radiação solar e a temperatura do ar (SILVA, 2014; SOUZA, ALMEIDA; VERÇOSA, 2005).

Dos principais agentes provenientes da atmosfera, a temperatura é um dos mais agressivos aos revestimentos de edifícios provocando variações físicas e químicas nos materiais, que, por sua vez, promovem uma variação dimensional dos materiais de construção, gerando fissuras e descolamentos, principalmente nos revestimentos porosos, por absorverem umidade e calor, ocasionando grandes tensões nas interfaces dos componentes (SILVA, 2014; CONSOLI, 2006).

Contudo, esse processo pode ser acelerado ou reduzido dependendo das condições de exposição e critérios de manutenção. Neste sentido, o nível de degradação varia para cada situação, e dependerá da orientação solar em que a fachada está posicionada, ou seja, as fachadas que estão mais expostas aos efeitos do meio ambiente e das ações atmosféricas têm uma probabilidade maior de apresentar degradação comprometendo sua vida útil.

A degradação em fachadas é um problema comum em vários países do mundo. Embora as causas variem de acordo com a localização geográfica do edifício e seu ambiente envolvente, os mecanismos de degradação são semelhantes (COLEN, 2009). Para responder às solicitações impostas pelas condições de exposição, as fachadas devem ser capazes de minimizar os impactos negativos das cargas higrotérmicas que atuam sobre a envoltória do edifício, mantendo o desempenho e a vida útil esperados (ZANONI, 2015).

As causas mais comuns de manifestações patológicas em revestimentos estão relacionadas à inexistência de projeto, desconhecimento das características dos materiais empregados, utilização de materiais inadequados, erros de execução (tanto no preparo da base, como por deficiência de mão de obra), desconhecimento ou não observância das Normas Técnicas e ainda por falhas de manutenção (SILVA, 2014).

Para analisar os fatores de degradação, interessam os valores extremos de temperatura (máximo e mínimo) e a sua amplitude térmica, sendo que as variações térmicas, aliadas à umidade, provocam esforços higrotérmicos que atuam diretamente sobre os acabamentos, provocando uma dilatação das componentes construtivos em função dos seus coeficientes de dilatação potencial (devido às variações negativas) e de sua técnica construtiva (COLEN, 2009; SILVA, 2014).

Verificam-se as crescentes exigências de estudar o comportamento higrotérmico das fachadas associadas às preocupações com as condições

de exposição da envoltória do edifício que são decorrentes das características climatológicas da região. Sendo assim, a simulação higrotérmica traduz-se como uma tarefa de grande complexidade levando em consideração as dimensões, geometrias e a multiplicidade de situações que caracterizam as edificações (HENRIQUES, 2007). Para tal, o WUFI PRO 5.3 é um dos programas computacionais de simulação higrotérmica em regime transiente mais utilizado a nível mundial, desenvolvido pelo *Fraunhofer Institute for Building Physics* (IBP) na Alemanha (JORNE, 2012).

Com o emprego das análises higrotérmicas obtidas por meio do programa computacional WUFI, é possível simular a transferência de calor e umidade na parede exterior de um edifício em regime transiente. Esta análise contribui tanto para um aumento da eficiência energética, como também em questões relacionadas à durabilidade das edificações com a função de evitar diversas anomalias, como por exemplo, as variações higrotérmicas que estão entre os principais mecanismos responsáveis pelo envelhecimento natural das edificações (JORNE, 2012; ZANONI, 2015).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo estudar as temperaturas superficiais das fachadas com emprego da simulação higrotérmica, utilizando o programa WUFI, em um edifício localizado em Brasília-DF.

2 METODOLOGIA

Para a simulação computacional foi necessária a caracterização do edifício e, após a inserção dos dados no programa, os resultados obtidos foram organizados em 8760 dados horários referentes a um ano de simulação, para cada variável de análise, que se organizaram em planilhas eletrônicas e estão disponíveis para as análises. A pesquisa foi dividida em cinco fases, conforme apresentadas no fluxograma da Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma com as fases da pesquisa



Fonte: Os autores

O edifício adotado para o estudo possui um pilotis e três pavimentos e está situado na Super Quadra Norte da cidade de Brasília, que se encontra na zona bioclimática 4. A Figura 2 mostra, respectivamente, a localização espacial e a vista da fachada Sul do edifício estudado.

A Figura 3 apresenta a carta solar da cidade de Brasília, localizada na latitude 15,86° Sul, que serviu como um instrumento para conferência na

análise dos dias representativos do ano[2]. Observando a localização espacial do edifício em relação à carta solar de Brasília, concluiu-se que o prédio está alinhado com a direção Norte-Sul. Portanto, suas fachadas seguem as orientações Norte, Sul, Leste e Oeste, que foram consideradas para as simulações computacionais.

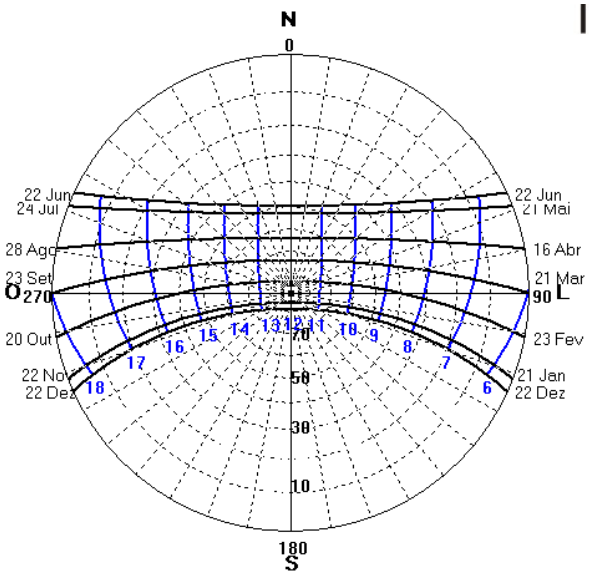
Figura 2 - Edifício do plano piloto: (a) Localização; (b)Vista da fachada Sul



(a) (b)

Fonte: (a) Google Earth; (b) Silva, 2014

Figura 3 - Carta Solar de Brasília



Fonte: Software Analysis SOL-AR do LABeee - UFSC

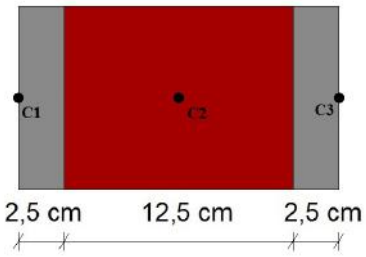
Na primeira fase, a abordagem foi a caracterização dos componentes do edifício. O elemento construtivo das fachadas do edifício é formado por parede de alvenaria de bloco cerâmico com espessura de 12,5 cm, rebocada interna e externamente com argamassa de revestimento com

[2] Os dias representativos correspondem aos equinócios e solstícios extraídos da carta solar.

espessura de 2,5 cm, sendo a espessura final da parede de 17,5 cm, conforme mostrado na Figura 4.

Na mesma figura é possível ver três pontos que representam cada câmera (C1, C2 e C3) definida para a obtenção dos resultados da simulação computacional do software WUFI. Isso significa que existem três pontos de observação: o primeiro na superfície externa (C1), o segundo no ponto médio da parede (C2) e o último na superfície interna (C3), sendo possível obter informações de umidade e temperatura em cada posição. Esta pesquisa focou em radiação e temperaturas superficiais, portanto, apenas os dados extraídos da câmera C1 foram utilizados.

Figura 4 - Representação da seção transversal da parede externa do edifício com o posicionamento das câmeras.



Fonte: Os autores

Na segunda fase de preenchimento de dados de entrada, os materiais e suas propriedades higrotérmicas foram selecionados na base de dados do próprio programa computacional.

As medições foram realizadas por meio do programa computacional de simulação higrotérmica WUFI para a determinação da radiação solar global incidente na superfície das fachadas, assim como as temperaturas do ambiente e superficial externa para cada fachada. Para a verificação do clima exterior, foi utilizado o arquivo climático TMY da base de dados do EPW-ANTAC-Brasília, elaborada por Roriz (2012). O clima interior foi definido segundo a metodologia da EN 15026 - *Hygrothermal performance of building components and building elements – Assessment of moisture transfer by numerical simulation*.

Para o coeficiente de transferência à superfície foram utilizados os dados padrões do programa. São eles a resistência térmica da superfície exterior e interior, refletividade do solo e fator de redução da chuva dirigida, alterando somente o coeficiente de absorção (absortância) para 0,401 em todas as fachadas. Como o prédio tem ao todo quatro pavimentos (pilotis mais 3 pavimentos tipo) a região de análise adotada foi a altura baixa (até 10 m) e o período de simulação de 01/10/2014 a 01/10/2017.

Após executada a simulação para o período de três anos, foi realizada a análise para o período de um ano de 01/09/2016 a 31/08/2017. Este é o ano simulado que foi estudado. A análise deste período foi devido à consideração de tempo de secagem total dos componentes construtivos

após o período de construção da edificação.

A quarta parte foi a organização dos resultados gerados da planilha horária do ano simulado (dados de 8760 horas para cada variável de análise) para posterior análise. A quinta e última parte se configura na representação dos resultados em gráficos e/ou planilhas para melhor estudar as influências dos agentes climáticos considerados em cada orientação de fachada do edifício em questão.

3 RESULTADOS

Por meio da simulação computacional com o programa Wufi, foram obtidos os valores horários no período de um ano da temperatura da superfície externa e da radiação solar global incidente em cada orientação de fachada do edifício em análise.

O Quadro 1 mostra os valores da somatória dos dados horários de radiação global em cada fachada em cada mês do ano (iniciando em setembro/2016 até agosto/2017).

Quadro 1 - Valores mensais acumulado da radiação global (Wh/m^2) incidente em cada fachada

MÊS	RADIAÇÃO NORTE	RADIAÇÃO SUL	RADIAÇÃO LESTE	RADIAÇÃO OESTE
9	78917,25	48909,77	75323,29	76925,94
10	56748,93	52088,08	74125,00	71368,56
11	53536,77	59618,03	70025,99	67264,97
12	56947,60	69582,73	73987,61	72945,60
1	63933,20	79755,55	94319,45	87894,31
2	58599,41	58261,54	84242,47	76700,79
3	70066,84	52387,37	75473,66	71883,73
4	102299,46	48033,00	80178,03	84418,05
5	109010,70	43219,20	71598,47	68566,71
6	126819,55	39324,00	69107,53	69648,42
7	123629,81	42603,60	72229,28	72923,54
8	114807,94	46167,30	77178,74	90899,41
Total geral	1015317,460	639950,169	917789,533	911440,027

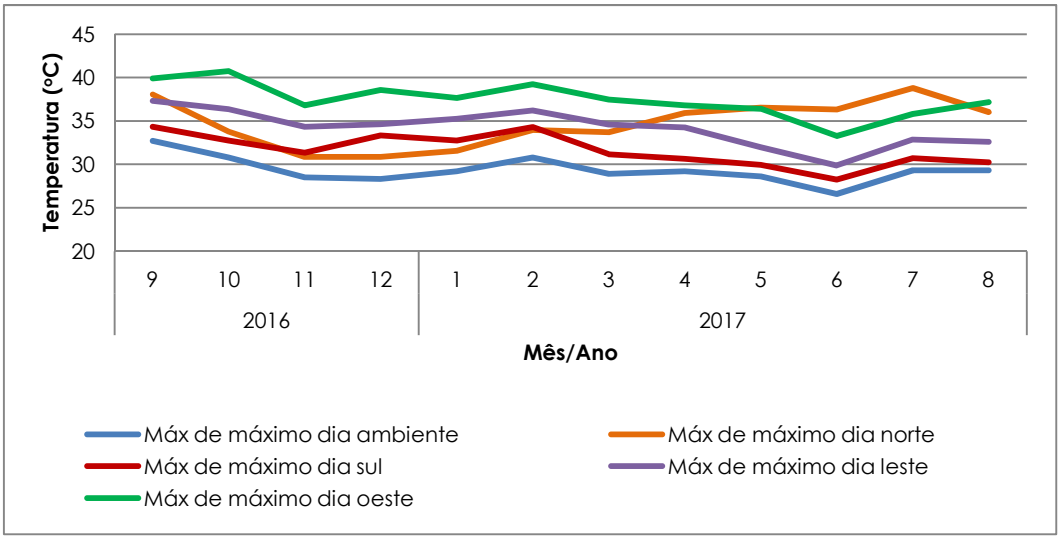
Fonte: Os autores

Considerando o valor acumulado anual de radiação solar global (soma das parcelas direta, difusa e refletida) incidente na superfície, a fachada Norte é aquela que recebe maior incidência de radiação global concentrada nos meses abril a agosto coincidindo com o período seco da região, seguida das fachadas Leste e Oeste, que praticamente recebem a mesma intensidade de radiação solar global, enquanto que a fachada Sul é a que tem menor incidência de radiação global, fato justificável pela localização de Brasília ser no hemisfério Sul.

A Figura 5 mostra os valores das máximas temperaturas diárias nas superfícies das fachadas, conforme as orientações, assim como a temperatura do ar. Uma vez que a incidência de altas temperaturas pode ter associação com a

ocorrência de anomalias, analisou-se a forma que a variação e as máximas de temperatura ocorreram durante esse ano climático em cada zoneamento do edifício.

Figura 5 - Temperaturas máximas mensais na superfície das fachadas



Fonte: Os autores

Observa-se que as temperaturas máximas na superfície ocorrem na fachada Oeste, seguida das fachadas Norte, Leste e Sul, e com valores sempre acima da temperatura do ar, em todas as fachadas. Este fato decorre das propriedades térmicas dos materiais constituintes. Porém, não é durante todo o ano que a fachada Oeste apresenta as maiores temperaturas. De acordo com a geometria da insolação, nos meses de junho e julho (inverno) a fachada Norte está mais exposta à insolação.

Deve-se analisar não somente o fato de ocorrência de temperaturas altas, mas também a frequência de ocorrência dessas temperaturas. Por isso foram feitos histogramas, compostos por oito intervalos com as variações de temperatura em cada fachada (

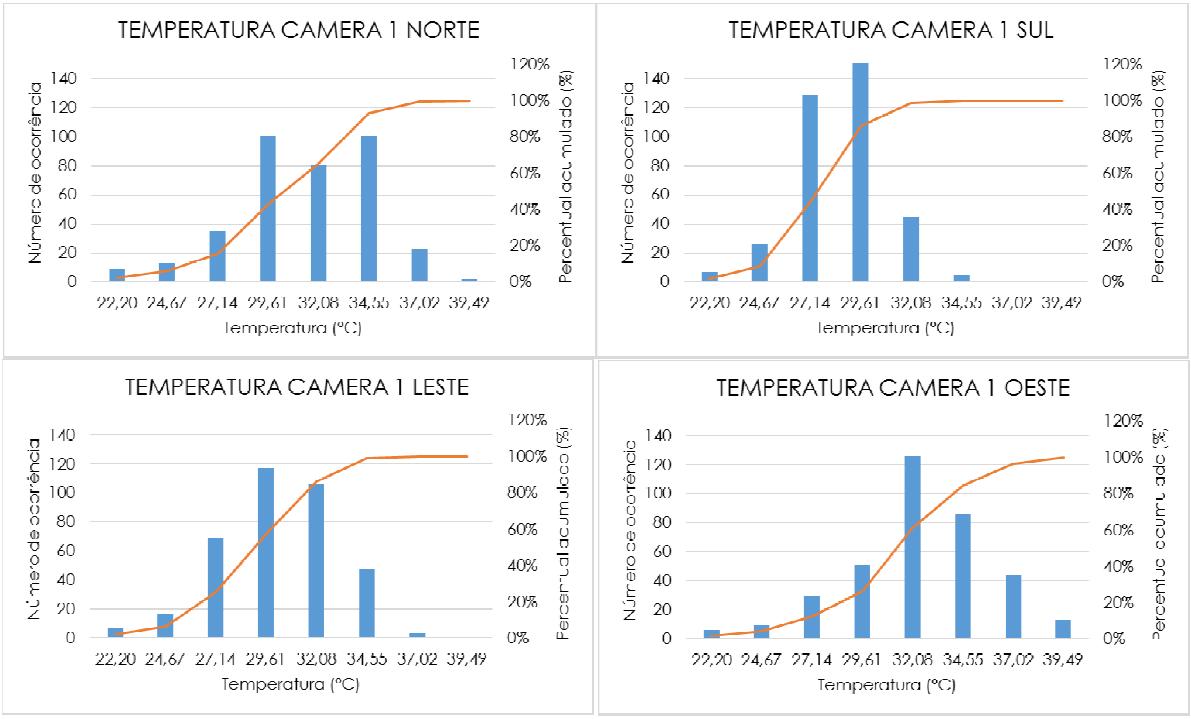
Figura 6).

Pode-se observar que a fachada Oeste, mesmo não possuindo a maior temperatura ao longo do ano analisado, possui maior ocorrência de temperaturas superficiais máximas.

Diferentemente do que acontece na análise isolada da temperatura máxima, a análise do ΔT, que é a diferença de temperaturas diárias máximas e mínimas, permite observar que quanto maior o seu valor, maior a variação da temperatura ao longo do dia.

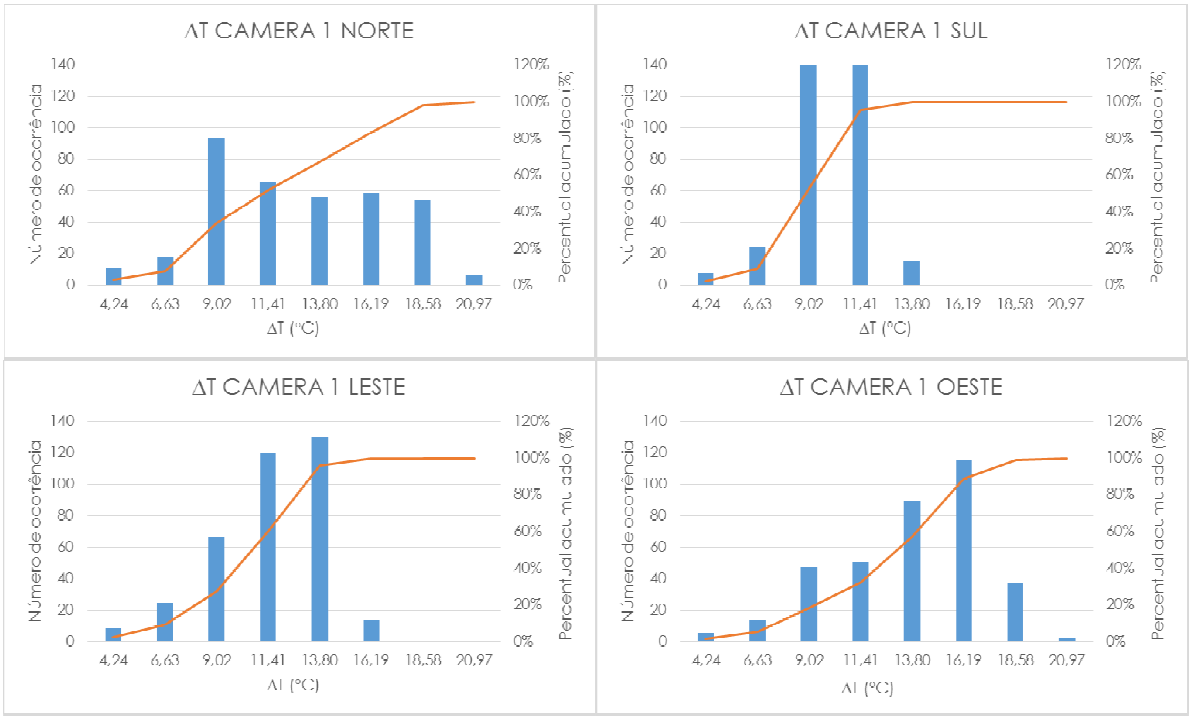
Essa variação pode ser associada às anomalias em elementos de fachadas. Ao analisar a Figura 7, observa-se que a fachada Norte apresenta valores constantes em cinco intervalos dos oito estipulados, com os valores de ΔT mais baixos. Enquanto que a fachada Oeste apresenta valores de ΔT mais altos.

Figura 6 - Frequência de ocorrência de temperatura na superfície de cada fachada



Fonte: Os autores

Figura 7 - Frequência de ocorrência de variação de temperatura (ΔT) na superfície de cada fachada



Fonte: Os autores

Para analisar a relação entre a temperatura superficial e a radiação global incidentes na superfície das fachadas, fez-se uma análise ao longo das 24 horas dos dias correspondentes aos equinócios (23 de setembro e 21 de março) e aos solstícios verão (22 de dezembro) e de inverno (22 de junho) do

ano climático TMY analisado, datas consideradas nesta pesquisa como dias representativos de análise do ano.

A análise dos dias representativos foi feita correlacionando a temperatura do ar (igual para todas as fachadas) e a temperatura na superfície de cada fachada (câmera 1) com a radiação em cada hora deste dia. A partir disso, foi possível observar que todas as vezes que houve um aumento na incidência de radiação solar, houve também um aumento de temperatura de superfície e do ar exterior. É possível notar que quanto maior a radiação, mais distante fica a curva de temperatura na superfície da temperatura ambiente, novamente isso se deve às propriedades térmicas do material de favorecer ou retardar a transferência de calor. A Figura 8 mostra essa análise para dois dias representativos da fachada Norte.

Figura 8 - Curvas de radiação e temperatura (ambiente e superfície) em dias representativos da fachada Norte



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Foi possível observar que o software WUFI é uma importante ferramenta para auxiliar desde a fase de projeto e, em alguns casos, em inspeções de edifícios para determinar níveis de degradação nos diferentes posicionamentos de fachadas. Com os resultados obtidos na simulação higrotérmica pelo programa computacional WUFI, a partir dos dados dos materiais que serão utilizados no edifício, é possível desde sua concepção elaborar projetos de manutenções ou até mesmo obter dados pertinentes para, por exemplo, dimensionar juntas em elementos cerâmicos.

É importante dar atenção ao correto manuseio do programa computacional WUFI e a representatividade dos dados inseridos. Um problema encontrado por pesquisadores é a falta de banco de dados de materiais específicos de cada região do Brasil.

A possibilidade de trabalho com valores horários de temperatura e radiação de todo o ano climático representam mais confiabilidade em dados de projeto ao invés da utilização de somente os resultados dos chamados dias representativos. Com certeza essa é uma vantagem da utilização do software de simulação higrotérmica, mesmo com a enorme quantidade de dados fornecidos pelo mesmo e a necessidade de tratamento específico destes.

Através da análise dos dias representativos, a correlação de temperatura e radiação foi claramente identificada, já que os picos de radiação coincidem com as elevações das temperaturas na fachada. Assim como em períodos chuvosos, com alta nebulosidade, as temperaturas na superfície são mais baixas ao longo do dia.

Radiação e temperatura são grandezas que devem ser correlacionadas para análise dos resultados. Foi possível concluir que nem sempre o maior valor de radiação é a situação mais crítica. Uma fachada pode apresentar altos valores de radiação incidente, mas se ocorrem em baixa frequência, a variação térmica pode não ser um fator degradante.

A intensidade da temperatura (valores máximos) e sua variação ao longo do dia tem muita relevância quando se fala em degradação de elementos de fachadas. Visto que sua variação pode não ser impactante para a fachada se ocorre com baixa frequência, fato observado através dos gráficos de frequência acumulada.

Para o edifício estudado e suas condições de exposição, orientação de fachada e propriedades dos materiais é possível concluir que, a fachada mais suscetível à degradação, devido a fatores relacionados à radiação e temperatura, é a fachada Oeste, seguida da Norte, Leste e Sul, uma vez que apresentou maiores valores de temperatura ao longo do ano analisado e também maiores variações de temperatura em um mesmo dia. Com relação à radiação incidente na fachada Oeste, foram obtidos valores relativamente altos distribuídos homogeneamente durante todo o ano, sem concentrações de picos em determinadas estações climáticas.

Com esses resultados é possível traçar diretrizes de projeto e manutenção específicas para cada fachada, podendo economizar em custos nas fachadas menos impactadas por esses fatores ambientais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Eng. Matheus Leoni, ao IFG-Campus Jataí, à CAPES e à FAP-DF.

REFERÊNCIAS

COLEN, I. F. D. **Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva.** 2009. 541 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2009.

CONSOLI, O. J. **Análise da durabilidade dos componentes das fachadas de edifícios, sob a ótica do projeto arquitetônico.** 2006. 208 f. Dissertação (Mestrado em Desempenho em Sistemas Construtivos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

HENRIQUES, F. M. **Comportamento higrotérmico de edifícios**. 2007. 361 f. Universidade Nova de Lisboa, Lisboa, 2007.

JORNE, F. Análise do comportamento higrotérmico da solução etics na ótica da identificação e reparação de anomalias. In: 4º CONGRESSO PORTUGUÊS DE ARGAMASSAS E ETICS, 12., 2012, Coimbra. **Anais...** Coimbra: Associação Portuguesa dos Fabricantes de Argamassas e ETICS, 2012. Disponível em: http://run.unl.pt/bitstream/10362/10727/1/Jorne_APFAC%202012.pdf. Acesso em: 12 de dezembro de 2015.

SILVA, M. D. **Avaliação quantitativa da degradação e vida útil de revestimentos de fachada** - aplicação ao caso de Brasília/df. 2014. 217 f. Tese (Doutorado em Estruturas e Construção Civil) – Programa de Pós Graduação em Estruturas e Construção Civil: Universidade de Brasília, Brasília, 2014.

SOUZA, R. H.; ALMEIDA, I. R.; VERÇOSA, D. K. Fachadas prediais: considerações sobre o projeto, os materiais, a execução, a utilização, a manutenção e a deterioração. **Revista Internacional Construlink**, v. 3, n. 8, 9 f., fev. 2005.

ZANONI, V. A. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília.** 2015. 313 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Programa de Pesquisa e Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade de Brasília, Brasília, 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

EDIFICAÇÕES EM MADEIRA E PRESERVAÇÃO – O USO DE TERMOGRAFIA NA DETECÇÃO DE PATOLOGIAS EM MADEIRAS[1]

FIGUEREDO, Cézar (1); MANTILLA, Edgar (2); BREMER, Cynara (3)

(1) UNIFOR, e-mail: 136.arq@gmail.com; (2) UFMG, e-mail: mantilla@dees.ufmg.br; (3) UFMG, e-mail: cyfiedler@gmail.com

RESUMO

Esse artigo é parte da pesquisa de mestrado desenvolvido no curso de Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável e lança luz a caracterização da degradação das estruturas de madeira através do uso de um ensaio não destrutivo: a técnica de termografia. Este trabalho tem como objetivo apresentar resultados preliminares do uso da técncia para caracterização de falhas em madeiras de diferentes espécies a partir da excitação térmica a temperaturas até 150ºC, identificando fissuras e furos nas espécies por diferença de temperatura. Pretende-se com isso abrir um leque de possibilidades para o uso da termografia para identificação de patologias em edificações antigas através da diferença de temperatura, evitando métodos intrusivos que poderiam interferir nos sistemas construtivos antigos.

Palavras-chave: Termografia, Ensaios Não Destrutivos, Patologias, Madeiras Antigas.

ABSTRACT

This paper is part of the master's research developed in the course of Built Environment and Sustainable Heritage and sheds light to characterize the degradation of wooden structures through the use of a non-destructive testing : thermography technique. This work aims to present preliminary results of the use of technique to characterize flaws in woods of different species from the thermal excitation at temperatures up to 150 ° C , identifying cracks and holes in the species by temperature difference. The aim of this open up a range of possibilities for the use of thermal imaging to identify conditions in old buildings through temperature difference, avoiding intrusive methods that could interfere in the old building systems

***Keywords**: Nondestructive Testing , Pathologies , Ancient Woods.*

1 INTRODUÇÃO

A conservação dos elementos construtivos de madeira em edificações antigas é fundamental para a estabilidade e a manutenção do corpo da edificação. A maior parte das estruturas de madeira presentes em edificações históricas encontra-se em suas coberturas, logo é de suma importância sua preservação, uma vez que a cobertura protege a edificação contra intempéries e promove a amarração estrutural das

[1] FIGUEREDO, Cézar; MANTILLA, Edgar; BREMER, Cynara, Edificações em madeira e preservação – o uso de termografia na detecção de patologias em madeiras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

alvenarias através da ligação entre alvenaria e frechais. A cobertura também garante a segurança e integridade física dos usuários da edificação e constituem parte integrante do patrimônio cultural.

Em função de desempenharem um papel tão importante, e por possuírem difícil acesso à manutenção, as estruturas de cobertura são, em muitos casos, os primeiros elementos a serem restaurados. Ao escolher a técnica de intervenção a ser empregada o projetista deve estar ciente das consequências que esta escolha traz para o valor cultural do monumento. A técnica pode trazer prejuízos ou benefícios tanto na questão patrimonial do seu valor histórico e cultural, quanto na questão técnica, de durabilidade e segurança. Apesar de existirem manuais e cadernos técnicos importantes que se referem à restauração de estruturas de cobertura publicados por órgãos públicos como o IPHAN é importante investigar as origens das patologias e quais métodos menos intrusivos de intervenção.

Esse artigo é parte da pesquisa de mestrado desenvolvido no curso de Ambiente Construído e Patrimônio Sustentável e lança luz a caracterização da degradação das estruturas de madeira através do uso de um ensaio não destrutivo: a técnica de termografia. Este trabalho tem como objetivo apresentar resultados preliminares do uso da técnica para caracterização de falhas em madeiras de diferentes espécies a partir da excitação térmica a temperaturas até 150°C, identificando fissuras e furos nas espécies por diferença de temperatura. Pretende-se com isso abrir um leque de possibilidades para o uso da termografia para identificação de patologias em edificações antigas através da diferença de temperatura, evitando métodos intrusivos que poderiam interferir nos sistemas construtivos antigos.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O Brasil possui, hoje, dezenove sítios históricos considerados Patrimônio Histórico e Cultural da Humanidade, entre os mais de seiscentos eleitos pela UNESCO em todo o mundo. Dentre os locais podemos ressaltar os seguintes sítios: Centro Histórico de Goiás (GO), Diamantina (MG), Olinda (PE), Ouro Preto (MG), Centros Históricos de São Luís (MA) e de Salvador (BA), que possuem edificações construídas utilizando estruturas de madeira, principalmente em suas coberturas. No Brasil as coberturas em estruturas de madeira foram inseridas no período colonial, com a chegada dos primeiros exploradores. As construções nesta época utilizavam os materiais existentes na região. Parte relevante do conjunto de edificações de valor cultural que se preserva no Brasil é constituída por construções que fazem uso de estruturas de madeira, sobretudo em suas coberturas, ressaltando a importância da preservação da carpintaria tradicional, que tem nas sambladuras um elemento chave de sua característica construtiva

> "O conhecimento técnico do corte e do entalhe que detinham os colonizadores portugueses juntou-se à sabedoria dos indígenas quanto às características das madeiras nativas, criando uma cultura bastante específica." (Gonzaga, 2006, p.11).

É importante destacar que nos instrumentos de preservação e recomendações para intervenção em edificações históricas, em suas diferentes redações no decorrer dos anos, permanecem as diretrizes ligadas a não descaracterização dos sistemas construtivos tradicionais. Propõe-se que sejam executadas intervenções de caráter pouco intrusivo preservando sempre que possível o material e o desenho original das soluções técnicas das edificações. É fundamental que as técnicas de reparação e restauro utilizadas nas estruturas de madeira sejam reversíveis e sejam catalogadas as espécies utilizadas no caso de reforço ou substituição de peças. De forma geral faz-se importante seguir uma metodologia de analise, registro, inspeção, diagnóstico e estudo minucioso caso-a-caso das possíveis intervenções nas coberturas antigas.

O Conselho Internacional de Monumentos e Sítios (ICOMOS) apresenta três documentos específicos relacionados a metodologias de conservação e restauro específicos da madeira.

Os quadros a seguir apresentam o resumo do conteúdo desses documentos.

Quadro 1 – Princípios para a preservação das estruturas históricas em madeira

Princípios para a preservação das estruturas históricas em madeira (ICOMOS-1999)
Inspeção, registro e documentação 1. Ressalta a importância do registro da condição da estrutura antes da intervenção e dos materiais usados nos tratamentos. Toda a documentação e amostras de partes removidas da estrutura devem ser catalogadas, com a informação sobre a tecnologia tradicional utilizada e incluir a justificativa para a escolha do material e da técnica utilizada na intervenção; 2. Documentar as causas da degradação e ruína estrutural, por meio de um diagnóstico profundo, que pode incluir evidências documentais, inspeções físicas e análises com utilização de métodos não destrutivos. Pode englobar medidas de emergência com intervenções pontuais;
Intervenções 3. O objetivo principal da preservação e conservação é manter a autenticidade histórica e a integridade do patrimônio cultural; 4. A intervenção proposta deve de preferência usar meios tradicionais, ser reversível se for tecnicamente possível ou pelo menos não prejudicar futuros trabalhos de preservação quando estes forem necessários, além de não inviabilizar o acesso às modificações incorporadas na estrutura; 5. Adotar o princípio da intervenção mínima, o que não exclui a possibilidade se necessário, de seu desmantelamento e sua posterior remontagem para sua reparação; 6. Considerar a estrutura histórica como um todo, e preservar o máximo possível de material existente, incluindo os acabamentos superficiais. Se necessário devem ser reproduzidos os materiais, técnicas e texturas originais; 7. O objetivo da restauração é conservar a estrutura histórica e sua capacidade resistente e revelar seus valores culturais, melhorando a legibilidade de sua integridade histórica, do seu estado anterior e do projeto, conforme indicado nos artigos 9-13 da Carta de Veneza. Membros removidos e outros componentes da estrutura histórica devem ser catalogados, e exemplares característicos devem ser mantidos em armazenamento como parte da documentação;
Reparação e substituição 8. Quando for necessária a substituição de membros degradados ou danificados, pode ser utilizada a madeira de substituição, desde que os novos membros utilizem a mesma espécie de madeira ou de melhor qualidade, devendo

abranger características naturais semelhantes. A tecnologia construtiva e a manufatura devem, se possível, corresponder às originais e os pregos e materiais secundários devem ser reproduzidos; 9. Os novos membros ou partes dos membros devem ser distinguidos dos existentes. Não se deve reproduzir a degradação natural ou deformação dos membros substituídos. Métodos tradicionais ou modernos podem ser usados para aproximar a cor do antigo e do novo, desde que não prejudique ou degrade a superfície da madeira; 10. Os novos membros ou partes dos membros devem ser marcados de modo discreto com gravação na madeira para sua identificação;
Materiais e tecnologias contemporâneas 11. Os materiais contemporâneos, como resinas epóxi, e técnicas, como o reforço com aço estrutural, devem ser escolhidos e utilizados com o máximo de cuidado e apenas nos casos em que a durabilidade e o comportamento estrutural dos materiais e técnicas de construção foram satisfatoriamente comprovados para longos períodos. Instalações como de aquecimento e de sistemas de prevenção de incêndio devem ser instalados com o devido respeito da importância histórica e estética da estrutura ou do sítio; 12. O emprego de preservantes químicos deve ser cuidadosamente controlado e monitorado, e só deve ser usado quando existirem garantias de benefício, quando a segurança pública e ambiental não forem afetadas, e quando a probabilidade de eficácia a longo prazo for significativa;
Monitorização e manutenção 13. Adotar estratégia de monitorização e manutenção das estruturas históricas em madeira;

Fonte: Os autores

Quadro 2 – Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico

Recomendações para análise, conservação e restauração estrutural do patrimônio arquitetônico (ICOMOS-2001)
Princípios gerais: 1. A restauração estrutural em patrimônio arquitetônico não é um fim por si mesmo, mas um meio para preservação do edifício como um todo; 2. Nenhuma ação deve ser realizada sem primeiramente averiguar os possíveis benefícios e danos ao patrimônio arquitetônico, exceto em casos onde medidas urgentes de salvaguarda são necessárias para evitar o colapso iminente das estruturas. Estas medidas urgentes, contudo, devem, quando possível, evitar modificar a estrutura de maneira irreversível; 3. Estruturas deterioradas devem ser reparadas em vez de substituídas sempre que possível;
Diretrizes- Medidas corretivas na restauração estrutural em madeira: 4. As operações preliminares devem identificar as espécies, que são diferentemente suscetíveis a ataques biológicos, e avaliar a capacidade resistente dos elementos individuais; 5. Quando são introduzidos materiais de reforço ou de consolidação, sua compatibilidade com a estrutura de madeira deve ser verificada. Por exemplo, ligações de aço são susceptíveis à corrosão em associação a algumas espécies de madeira, devendo ser usados aços inoxidáveis. As intervenções não devem impedir a respiração da madeira; 6. Como muitas estruturas de madeira foram originalmente pré-fabricadas, a desmontagem parcial ou completa pode facilitar um reparo efetivo; 7. A madeira é na maioria das vezes usada para formar estruturas em pórticos ou tesouras onde os principais problemas são geralmente relacionados às falhas

locais nos nós. As medidas de reparo mais comuns consistem em reforçar os nós ou adicionar elementos diagonais suplementares, quando for necessário, para melhorar a estabilidade às forças laterais;

Fonte: Os autores

Quadro 3 – Resumo das recomendações de intervenção em estruturas de madeira

Recomendações dos documentos ICOMOS para estruturas em madeira
1. Importância do registro e documentação; 2. Importância do diagnóstico e da inspeção; 3. Substituição com madeira igual ou de melhor qualidade-durabilidade 4. Técnicas contemporâneas devem ser utilizadas com o máximo cuidado e comprovação de durabilidade; 5. Controle de substâncias químicas preservantes com uso benéfico e eficaz; 6. Importância da manutenção e monitorização de estruturas; 7. Identificação botânica e avaliação estrutural; 8. Possibilidade de desmontagem e remontagem; 9. Avaliação de nós e da estabilidade lateral; 10. Caráter didático;
Princípios dos documentos ICOMOS para estruturas em madeira
I. Autenticidade; II. Preferência ao emprego de técnicas tradicionais; III. Distinção harmoniosa com marcação de peças novas; IV. Reversibilidade; V. intervenção mínima; VI. Compatibilização;

Fonte: Os autores

A atividade de Conservação e Restauração é pensada, planejada, desenvolvida e implantada para atender à necessidade de preservar a matéria e a memória daquelas obras que possuem importância histórica, artística e cultural. Segundo Brito (1995) os objetivos das medidas de "intervenção indireta em uma obra consistem em aumentar sua vida útil, diminuir a velocidade de envelhecimento, diminuir riscos, manter características originais e manter condições físicas e funcionais." Para que estas medidas sejam eficazes, a autora cita que isso dependerá do conhecimento das características da obra desde sua criação até a intervenção, do seu do entorno, das causas que produzem sua patologia e dos materiais e meios técnicos idôneos que evitam sua alteração.

Toda e qualquer intervenção para conservação ou requalificação em coberturas de edificações antigas deve começar pela analise do estado de conservação do madeiramento do telhado. O ideal e que sejam usadas técnicas não destrutivas e pouco intrusivas, de forma a não causar ou agravar danos a estrutura O uso deste tipo de técnica não-destrutiva que abrange, entre outros, o uso de termografia e relativamente novo e pouco usado, seja pelo alto custo dos equipamentos de analise ou por sua dificuldade de aplicação pratica. Este artigo lança olhar no estudo das possibilidades de utilização de termografia Infravermelha como técnica de analise NDT (Nondestructive Testing). Na construção civil, esta técnica tem sido empregada para a detecção de vazamentos, inspeção térmica de entorno de novas obras e testes térmicos para conservação de edificações.

A proposta é utilizar a técnica para mapear patologias em madeiras, promovendo um novo uso para a termografia no patrimônio edificado e gerando uma forma de diagnóstico de patologias pouco intrusivo e confiável.

A maioria das patologias dos materiais e componentes presentes nas edificações estão associadas à temperatura, assim a medição desta poderá auxiliar na compreensão dos fenômenos que estão na origem das anomalias. A termografia tem como principais vantagens a detecção de objetos não visíveis, não precisa de contato físico, ensaio em tempo real, larga escala e é uma técnica não destrutiva (BARREIRA, 2004, p. 27). Além disso, o manual técnico da Flir (2009, p. 160) cita as seguintes vantagens: não requer um realojamento temporário dos residentes, apresentação visual ilustrativa dos resultados, o método confirma os pontos de falha e as vias de migração da umidade. O mesmo manual aponta como desvantagem que o método detecta apenas diferencial de temperatura na superfície, ela não consegue penetrar nas paredes e não detecta danos abaixo da superfície.

No Brasil, CORTIZO (2007), realizou trabalho pioneiro produzindo uma tese em que abordava o uso da termografia no diagnostico de patologias no patrimônio histórico. No mundo alguns trabalhos relevantes realizados utilizando a termografia foram de CARLOMAGNO et al (2001), CLARK et al (2003), DORREGO et al (2003), GRINZATO et al (1998), (2001), (2002), MALDAGUE (2000), ROSINA (2001), esses trabalhos analisaram o uso de termografia como ferramenta de diagnóstico de patologias ocultas em edificações. CAVALIN et al (2006), LEMASTER (2007), LO et al (2006) e MEINLSCHMIDT (2005), estudaram a utilização de termografia para a detecção de problemas em madeiras.

A técnica de termografia consiste no imageamento por escalas de cores da percepção da temperatura superficial de um corpo, uma vez que todo corpo com temperatura acima do Zero Absoluto emite radiação térmica. Através desse imageamento é possível detectar alterações de temperatura que indicam possíveis problemas patológicos.

Maldague (2001) apresenta duas técnicas para o método não destrutivo de imageamento termal: passiva e ativa. Técnica Passiva é aquela na qual os materiais já contem armazenamento interno de energia térmica ou são estimulados por uma fonte natural de calor (energia solar). Técnica Ativa é aquela que envolve o aquecimento ou resfriamento dos materiais para causar o fluxo de calor e o gradiente térmico necessário. De acordo com Maldague (2001), a termografia passiva tem mais o caráter qualitativo, pois apresenta indicativos de anormalidades, enquanto o processo de excitação térmica tende a um caráter de resultados quantitativos, pela possibilidade de mensurar e controlar os eventos (fonte, tempo, intensidade e distância).

De acordo com Barreira (2004, p. 35), os corpos emitem ou absorvem radiações eletromagnéticas através da agitação interna da matéria. Quando uma radiação incide sobre os corpos reais, uma parcela é absorvida e o restante é refletido ou transmitido.

3 METODOLOGIA

De acordo com Råberg et al. (2007), a falta de utilização de métodos rápidos e eficazes para detectar e quantificar deteriorações em madeira é um dos fatores que retardam o prognóstico em estruturas. Segundo os autores a chave para o sucesso desses métodos seria a análise das características mensuráveis de uma deterioração e suas relações com a resistência do material.

No experimento realizado a fim de testar a viabilidade de utilização da termografia para detecção de falhas em madeiras, foram selecionadas três amostras diferentes de madeiras, de diferentes espécies brasileiras, com defeitos aparentes diferentes. O experimento pretende validar a possibilidade de utilização para madeiras com diferentes defeitos aparentes. Essas amostras encontravam-se com falhas aparentes. A amostra 1 apresentava furos de diâmetro aproximado de 0,5cm, representando perda de área da seção ou ataque por animais xilófagos. A segunda apresentava uma fissura oriunda do rompimento da amostra submetida a ensaio de compressão - representando uma peça estrutural que havia passado por colapso estrutural e, portanto apresentava grave patologia que poderia levar uma edificação a ruína por falha estrutural. A terceira amostra apresentava uma irregularidade na superfície, alterando sua seção transversal, representando a perda de seção resistente na peça.

As amostras foram aquecidas em intervalos e temperaturas constantes, até 153ºC (Figura 1), em estufa, com controle de temperatura e umidade relativa do ar (Figura 2). Ao atingir a temperatura de 150º as peças foram colocadas na estufa por um tempo cronometrado de 30 minutos. Retiradas em seguida, imagens termográficas foram capturadas a fim de identificar pela diferença de temperatura os locais de fissuração e patologias. Realizou-se o procedimento de imageamento a cada intervalo fixo de 5 minutos, identificando o resfriamento das amostras e avaliando a detenção das falhas por contraste de temperatura. As imagens foram obtidas a uma distância de 30 cm entre câmera termográfica e amostras.

Figura 1 – Detalhe do painel de controle da estufa e do controle de temperatura e umidade relativa do ar



Fonte: Os autores

O equipamento utilizado no ensaio de campo foi uma câmera termográfica, FLIR T460, como mostrada na figura 2. Para a utilização deste, é necessário inserir o valor de emissividade do objeto, a temperatura ambiente e a distância até o objeto. A câmera termográfica capta os raios infravermelhos e, utilizando os valores de entrada, dá como resposta a temperatura superficial. Ele opera em uma faixa de temperatura que varia entre -20°C e 1200°C. A câmera termográfica gera imagens que apresentam as temperaturas superficiais através de cores. O aparelho possui uma mira laser, para identificar o ponto do objeto que está sendo analisado. As demais características do equipamento são apresentadas no quadro 4. Para a emissividade (E) das madeiras utilizadas no ensaio foi adotado o valor de 0,80.

Figura 2 – Câmera termográfica FLIR T460



Fonte: Os autores

Quadro 4 – Características da câmera FLIR t460

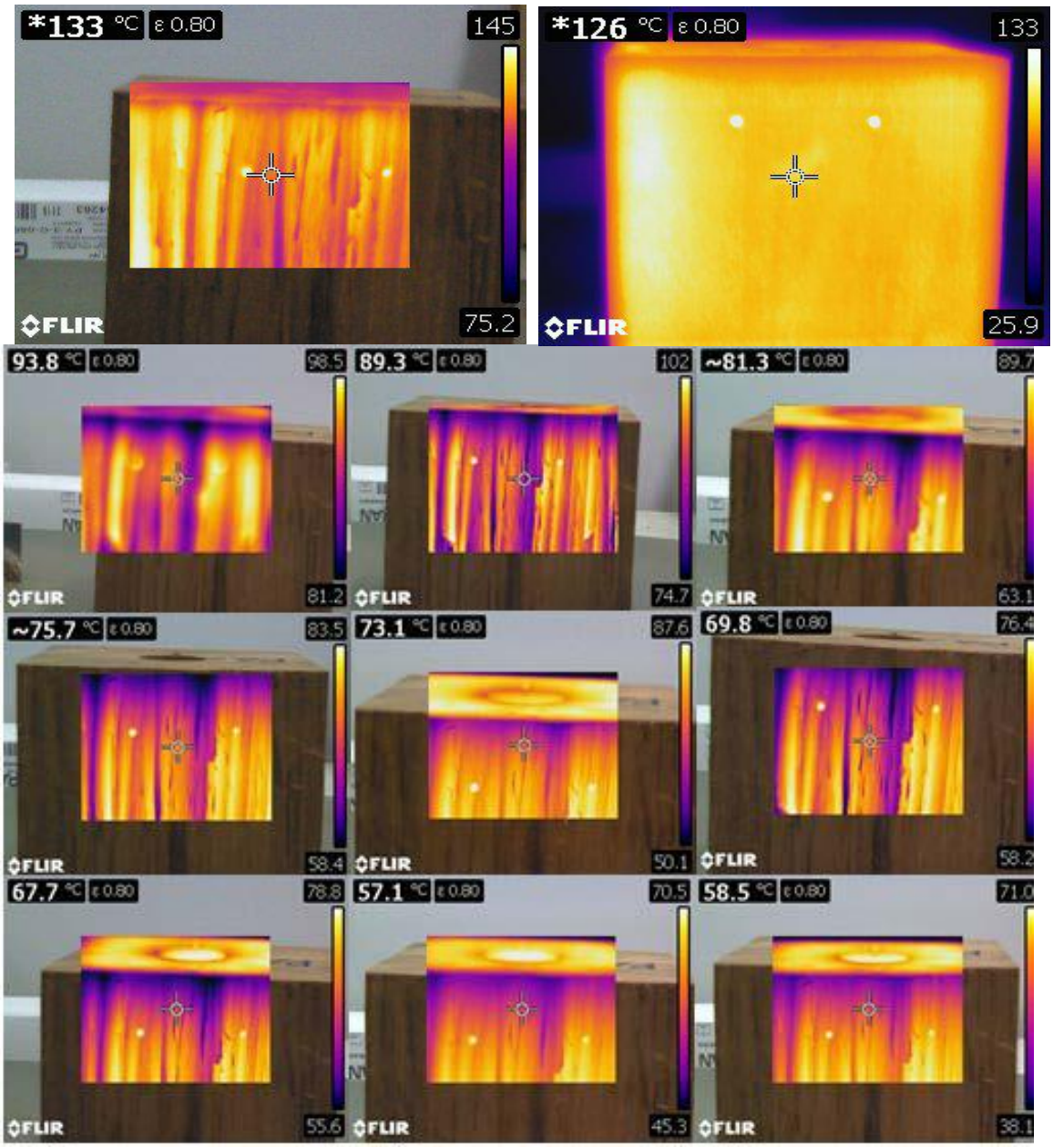
Faixa de temperatura	-20°C a 1200°C
Precisão	2°C
Campo de visão/dist. mín. do foco	25° X 19°/0,4m
Foco	manual/automático
Faixa espectral	7,5 a 13µm
Taxa de enquadramento	30Hz
Sensibilidade térmica	<0,05°C a 30°C
Tipo de detector	matriz plano focal (FPA), microbolômetro sem resfriamento
Modos de imagem	térmica/visual/fusão
Lentes	25°
Emissividade	ajuste 0,1 a 1,0

Fonte: FLIR (2009, p. 215)

A Figura 3 apresenta os termogramas da Amostra 01. Neles é possível identificar a presença de dois furos de diâmetro de 0,5cm. A partir do contraste de temperatura evidenciado pelas diferentes cores observa-se

que os furos possuem temperaturas mais elevadas que o corpo da amostra, inclusive no decorrer de seu resfriamento.

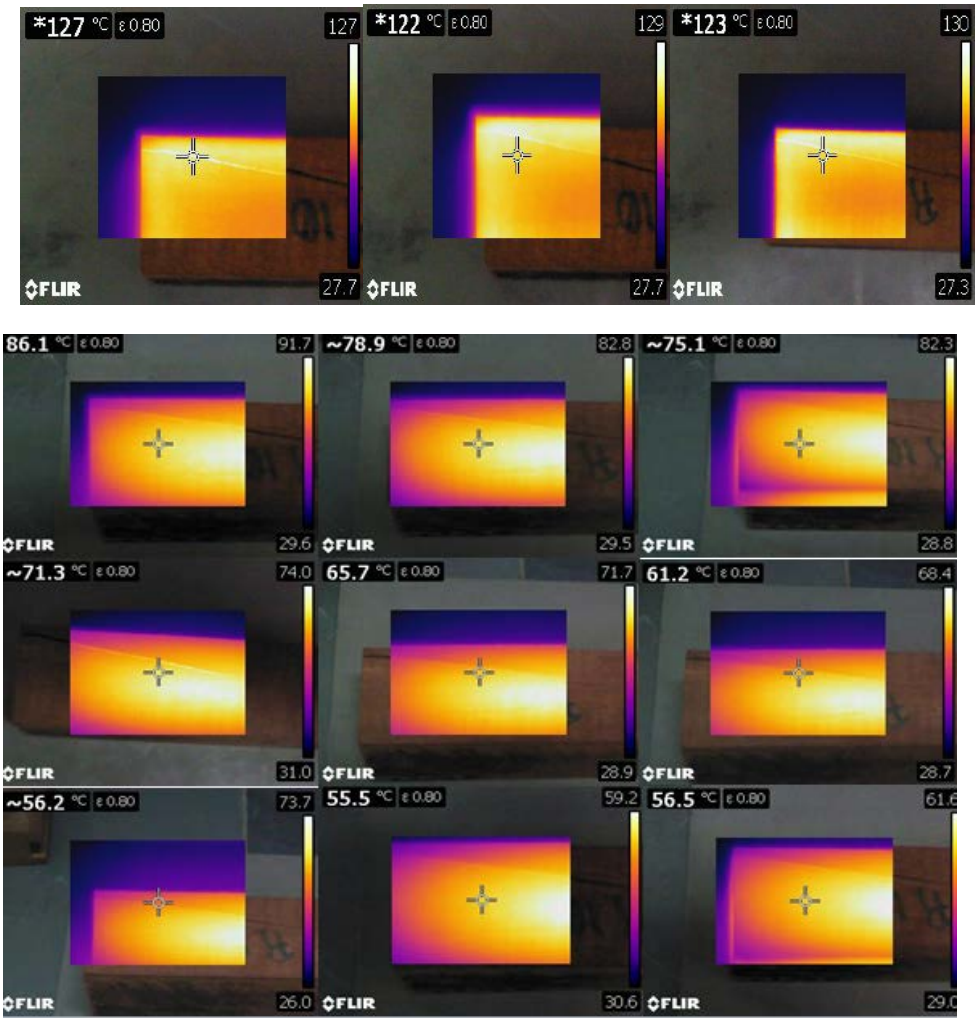
Figura 3 – Termogramas de resfriamento da Amostra 01



Fonte: Os autores

A Figura 4 apresenta os termogramas da Amostra 02. Neles é possível identificar a presença de uma fissura na superfície da amostra. A partir do contraste de temperatura evidenciado pelas diferentes cores observa-se que a fissura mantém temperatura mais elevada que o corpo da amostra, inclusive no decorrer de seu resfriamento.

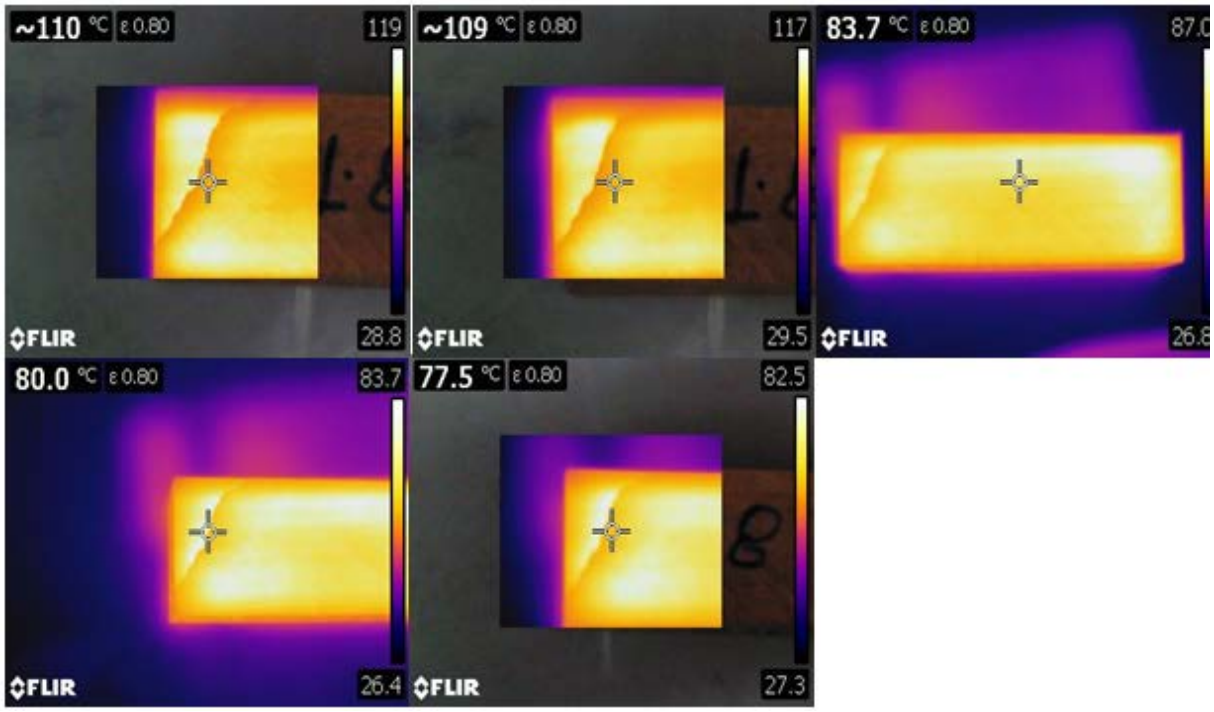
Figura 4 – Termogramas de resfriamento da Amostra 02



Fonte: Os autores

A Figura 5 apresenta os termogramas da Amostra 03. Neles é possível identificar a presença de uma falha na superfície da amostra, uma irregularidade na seção da amostra A partir do contraste de temperatura evidenciado pelas diferentes cores observa-se que no local da irregularidade da amostra é percebida uma temperatura inferior ao restante da amostra.

Figura 5 – Termogramas de resfriamento da Amostra 03



Fonte: Os autores

A partir do imageamento termográfico foi possível observar alguns resultados. Podemos destacar inicialmente que em altas temperaturas o contraste de cores da escala termal nos defeitos aparentes é mais evidente. Áreas de defeitos que implicam perda de seção (furos ou fendas, por exemplo) mantêm temperatura superior ao restante da peça de madeira.

4 CONCLUSÕES

Este trabalho de pesquisa experimental visou obter informação relevante para a análise do estado de conservação de edifícios e estruturas de madeira, utilizando madeira existente no Brasil e amplamente utilizada na construção. Os resultados obtidos nos ensaios demonstraram a viabilidade da utilização da técnica para testes de estruturas antigas de madeira in loco visando diagnosticar seu estado de conservação. Os testes abrem possibilidades para utilização da termografia como técnica não destrutiva de análise de estruturas antigas de madeira.

Ao analisar a eficiência do uso da termografia na identificação de manifestações patológicas em madeiras percebeu-se que a câmera termográfica, em alguns pontos, detectou alteração da temperatura superficial. Estes podem ser fissuras, fendas, furos ou alteração de seção da peça de madeira.

Não foi possível identificar defeitos internos nas amostras através da sua temperatura superficial, ou a profundidade dos defeitos. À altas temperaturas (acima de 100°C) a visualização por contraste das temperaturas melhora significativamente. Não foi possível observar ainda a interferência da temperatura dos furos na temperatura superficial das amostras.

Embora a câmera termográfica tenha um alto custo inicial, ela é uma ferramenta rápida e pode utilizar remotamente. Ela não substitui as técnicas existentes, como a análise visual e o ensaio de percussão, resistografia ou outros ensaios utilizados, mas pode-se utilizá-la como mais uma ferramenta para verificar a existência de patologias nas estruturas antigas. É preciso realizar testes *in situ* utilizando a técnica para avaliar comparativamente os resultados e aferir a influência da umidade relativa, da distância, da temperatura local e da excitação térmica da estrutura.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

ARÊDE, A; COSTA, A. **Inspeção e diagnostico estrutural de construções históricas**. In: A INTERVENCAO NO PATRIMONIO. PRÁTICAS DE CONSERVACAO E REABILITACAO, 2002, Porto. Atas do seminário... Porto: FEUP, 2002

BARREIRA, E. S. B. M. **Aplicação da termografia ao estudo do comportamento higrotérmico dos edifícios**. 2004. 196 f. Dissertação (Mestrado em Construção de Edifícios) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto 2004.

BRITO, M. (1995). **Alternativas para a revalorização de centros urbanos: de Olinda a Barcelona como referências para uma estratégia de intervenção urbana** In: ZANCHETI, S.; MARINHO, G.; MILLET, V. (Org.) **Estratégias de intervenção em áreas históricas: revalorização de áreas urbanas centrais. Recife: Mestrado em Desenvolvimento Urbano** – UFPE. P. 127-134.

CARLOMAGNO, G. M., MEOLA, C. I**nfrared thermography in the restoration of cultural properties**. In: CONFERENCE 4360 THERMOSENSE XXIII, 2001, Orlando (FL). Proceedings of Spie 4360 … Bellingham, Washington: SPIE –The International Society for Optical Engineering, 2001

CAVALIN P, OLIVEIRA LS, KOERICH AL, Britto AS: **Wood defect detection using grayscale images and an optimized feature set**. Proceedings of the 2006 IEEE Industrial Electronics Conference, Singapore, 3408–3412 (2006).

CLARK, M.; McCANN, D. M.; FORDE, M. C. **Application of infrared thermography to the non-desctructive testing of concrete and masonry bridges**. NDT&E International, London, v. 36, p. 265-275, 2003.

CORTIZO, Eduardo Cabaleiro. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnostico de anomalias em edificações: ênfase em edificações do patrimônio histórico**.UFMG, 2007

DORREGO, J.; LUXÁN, M. P. ; DORREGO, F.. **Damage detection and localization of reinforcement elements in historic buildings with infrared thermography**. In: ADVANCES in concrete structure. Xuzhou Jiangsu (China): ACI – RILEM – NNSF, 2003. p. 1 – 9.

FEIO, A.O.; LOURENÇO, P.B. **Possibilidades e aplicações de ensaios não destrutivos**. In: ENCONTRO SOBRE A MADEIRA E SUAS APLICAÇÕES NOBRES "BEM UTILIZAR A MADEIRA", 1., 2005, Lisboa. Anais... Lisboa: ISISE, 2005. 1 CD-ROM.
FLIR. **Manual do utilizador**. São Paulo, 2009

GONZAGA, Luiz A. **Madeira: Uso e Conservação**. Cadernos Técnicos do Programa Monumenta. Brasília: Programa Monumenta, 2005.

GRINZATO, E.; BISON, P. G.; MARINETTI, S. **Monitoring of ancient buildings by thermal method**. Journal of Cultural Heritage, [S.l.], n. 3, p. 21-29, 2002.

GRINZATO, E. et al. **Capturing the building history by quantitative IR thermography**. In: INTERNACIONAL CONGRESS ON SCIENCE AND TECHNOLOGY FOR THE SAFEGUARD OF CULTURAL HERITAGE IN THE MEDITERRANEAN BASIN, 3rd. , Hàlcalà de Henares (Spain), 2001. p.393.

GRINZATO, E. et al. **Monitoring of the Scrovegni Chapel by IR thermography**: Giotto at infrared. Infrared Physics & Technology, Exeter (GB), v. 43, p. 165-169, 2002.

GRINZATO, E. et al. **NDE of frescoes by infrared thermography and lateral heating**. In: EUROTHERM SEMINAR, 60. QIRT 98, Lodz (Poland), p.64-67, 1998.

GRINZATO, E. et al. **Non-destructive testing of wooden painting by IR thermography**. In: ECNDT, 8th, Barcelona , 2002.

GRINZATO, E.; ROSINA, E. **Infrared and thermal testing for conservation of historic building**. In: MOORE, Patrick O. (Ed.). Infrared and thermal testing. 3rd ed. Columbus (OH): American Society for Nondestructive Testing, 2001. Chapter 18, part.5.

HOLST, Gerald C. **Common Sense approach to thermal imaging**. Winter Park (FL): JCD Publishing, 2000. 377p.

LEMASTER RL: **The use of advanced lighting techniques to detect localized and biological surface defecs in wood**. Proceedings of the 18th International Wood Machining Seminar, Vancouver, Canada, 257–267 (2007).

LO TY, Choi KTW: **Building defects diagnosis by infrared thermography**. Struct Surv 22, 259–263 (2004).

MALDAGUE, X. **Applications of infrared thermography in non destructive evaluation**. In: TRENDS in optical nondestructive testing (invited chapter). [S.l.]: Pramod Rastogi, 2000. p. 591-609.

MALDAGUE, X. **Infrared and Thermal testing: Nondestructive testing handbook**. 3th ed, Columbus, OH: Patrick O. Moore, 2001.

MEINLSCHMIDT P: T**hermographic detection of defects in wood and wood-based materials**. 14th International Symposium of Nondestructive Testing of Wood, Hannover, Germany (2006).

RÅBERG, U.; TERZIEV, N.; LAND, C.J. **Early soft rot colonization of Scots sapwood pine in above-ground exposure**. International Biodeterioration & Biodegradation, Birmingham, v.63, n.2, p.236-240, Mar. 2007.

ROSINA, E.; GRINZATO, E. **Infrared and thermal testing for conservation of historic buildings**. American Society for Nondestructive Testing Journal, v. 59, n. 8, 2001.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CONDIÇÕES DE CONTORNO LATERAL DOS CORPOS DE PROVA SUBMETIDOS AO ENSAIO DE AÇÃO DE CALOR E CHOQUE TÉRMICO[1]

FONTENELLE, João Heitzmann (1); MITIDIERI Filho, Cláudio Vicente (2)

(1) IPT, e-mail: jhfonte@ipt.br; (2) IPT, e-mail: claumit@ipt.br

RESUMO

O ensaio de ação de calor e choque térmico é um método utilizado para a avaliação de um dos critérios de desempenho de durabilidade de sistemas de vedações verticais externos (SVVE), conforme definido na ABNT NBR 15.575-4 (2013). O objetivo deste ensaio é avaliar a integridade da parede de fachada e seus revestimentos após sucessivos ciclos de exposição à ação de calor e choque térmico. Caso as bordas laterais dos corpos de prova dos SVVE sejam vinculadas, com restrição aos deslocamentos, podem ser introduzidas tensões sobre o corpo da vedação, maiores que no caso de não haver restrição de movimentação lateral. Apesar desta constatação, verifica-se que de acordo como é realizada esta contenção, pode-se não reproduzir adequadamente a situação proporcionada pela continuidade da parede verificada em situação de uso. O objetivo deste artigo é discutir as formas de vinculação do corpo de prova no ensaio de ação de calor e choque térmico, considerando uma "simulação" das condições de uso em laboratório. Para atingir este objetivo, foram feitas prospecções das reações que a continuidade do corpo de prova proporcionaria em sua borda, considerando-se o efeito de expansão e de retração para cada eixo de movimentação.

Palavras-chave: Choque térmico. Durabilidade. Avaliação de sistemas de vedação vertical externa (SVVE). Norma de desempenho.

ABSTRACT

The heat and thermal shock test is a method for evaluation of the durability performance of façade systems as defined by the NBR 15575-4 (2013). The purpose of this test is to evaluate the façade and its finishes integrity after successive exposures to heat and thermal shock. In case the side edges of the wall specimens are immovable with restriction to horizontal displacements, stresses may be introduced on the partition wall body higher than in case of no side restriction. In spite of this, depending on how this restriction works, it is possible that the responses do not reproduce adequately the situation of the reactions of the wall continuity. The purpose of this paper is to evaluate the requirements and the connecting ways of the specimens, in the heat and thermal shock test, considering a "simulation" of the conditions of use in the laboratory. To achieve this goal, analyses of the reactions that the continuity of the specimen would provide on its edge were made. The effect of expansion and retraction for each direction axis was made separately.

***Keywords**: Thermal chock test. Durability. Façade system evaluation. Performance Standard.*

[1] FONTENELLE, João Heitzmann; MITIDIERI Filho, Cláudio Vicente. Condições de contorno lateral dos corpos de prova submetidos ao ensaio de ação de calor e choque térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O ensaio de ação de calor e choque térmico é um método utilizado para a avaliação de um dos critérios de desempenho de durabilidade de sistemas de vedações verticais externos (SVVE), conforme definido na ABNT NBR 15.575-4, Edificações habitacionais: desempenho, parte 4, publicada em 2013.

O objetivo deste ensaio é avaliar a integridade da parede de fachada e seus revestimentos após sucessivas exposições à ação de calor e variações bruscas de temperatura, denominadas de choque térmico. Estas mudanças de temperatura proporcionam alterações do teor de umidade, que conjuntamente, geram variações volumétricas nos materiais que constituem as vedações externas, de acordo com os índices de variação térmica e higroscópica desses materiais, e das restrições impostas pelas vinculações com a estrutura da edificação.

1.1 Os métodos para o ensaio de ação de calor e choque térmico

Os métodos de ensaio para a avaliação da resistência à ação de calor e choque térmico em vedações verticais podem ser encontrados em diversas normas técnicas, tanto nacionais quanto internacionais, tais como AS/NZS 2908-2: Cellulose-cement products Part 2 – Flat sheets, (Standards Australia International, 2000); ASTM C1185-08: Standard Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards, (ASTM, 2008); ETAG 004: Guideline for European techinical aproval of External Thermal Isulation Composite Systems with rendering (EOTA, 2008); ISO 8336: Fibre-cement flat sheets – Product specification and test metholds, (ISO, 2009); ABNT NBR 15.498: Placas de fibrocimento sem amianto, Requisitos e métodos de ensaio (ABNT, 2014); ABNT NBR 15575-4: Desempenho Parte 4: Requisitos para sistema de vedações verticais internas e externas – SVVIE (ABNR, 2013).
O princípio geral que embasa os métodos de ensaio de choque térmico é constituído pela repetição de um número determinado de ciclos, estruturados basicamente por:

- Elevação gradual da temperatura superficial até um nível pré-determinado, denominado de temperatura na fase aquecida;
- Manutenção sob essa condição de aquecimento (nível pré-determinado) por um período de tempo;
- Resfriamento da superfície por fluxo de água, simulando uma chuva, até atingir o parâmetro definido, seja por tempo ou pela temperatura da superfície.

A diferença entre os métodos de ensaio está em uma maior ou menor especificação das variáveis, ou dos parâmetros considerados para controle dessas variáveis. Por exemplo, podem-se mencionar normas que definem a vazão de água de aspersão, como a ETAG 004, ou a ASTM C 1185-08, e outras que não definem esta vazão, como a própria ANBT NBR 15.575-4

(2013). Há diferenças entre métodos para medição de temperatura, ou seja, existem métodos que recomendam a medida de temperatura superficial diretamente da superfície do corpo de prova, como a ETAG 004 e a ANBT NBR 15.575, e normas que recomendam o emprego de um painel negro de referencia, com verificado na ASTM C 1185-08 e na ABNT NBR 15.498 (2014). Ainda há diferenças, entre normas técnicas, do processo de controle da variável para a fase de resfriamento do corpo de prova. Algumas especificam o tempo de aspersão de água, como a ASTM C 1185-08 e a ETAG 004 (2008), enquanto outras especificam a temperatura que a superfície deve atingir para o término desta fase, como a ANBT NBR 15.575-4 (2013). Quanto ao número de ciclos, encontram-se valores que partem de 10 ciclos (ABNT NBR 15.575-4) até 80 ciclos (ETAG 004), com temperaturas que variam de 60°C (ASTM C 1185-08) a 80°C (ABNT NBR 15.575-4).

Em nenhuma das normas mencionadas foram verificadas referências explicitas que abordem a adoção de um dispositivo específico para contenção lateral dos corpos de prova, simulando a continuidade da parede. Existem referências genéricas, tal como verificada na ASTM C1185 (ASTM, 2008), que menciona que a montagem de uma estrutura de teste deve ser feita de acordo com as recomendações do fabricante e que simule a rigidez de uma instalação em canteiro. Entretanto, encontram-se na literatura artigos recentes que descrevem divergências entre os resultados obtidos no ensaio acelerado em laboratório e o verificado pelo acompanhamento de um envelhecimento natural, justificando o estudo de tais dispositivos para a contenção lateral, e explicitando as eventuais influências nos resultados.

Em Oliveira et al (2014), descreve-se a comparação de alguns ensaios realizados com e sem contenção lateral, comparando os resultados obtidos com o envelhecimento verificado em um protótipo exposto em situação de uso. O sistema construtivo avaliado é constituído por *steel frame* com placas cimentícias na face externa. Apesar de ainda não haver uma definição clara do tipo de contenção lateral, os autores concluem que a realização do ensaio com alguma restrição a expansão demostrou maior similaridade com a degradação verificada em situação de envelhecimento natural.

Em Lorenzi (2015) verifica-se a proposta de aplicar o confinamento das extremidades do corpo de prova, como procedimento para simular a situação de contorno mais semelhante às condições reais de uso. A autora propõe uma contenção feita por um quadro de apoio, tal como um pórtico metálico, ajustável nas laterais e na parte superior de modo a restringir uma possível expansão de seus limites.

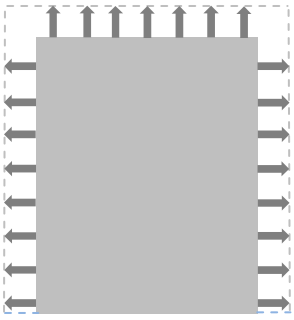
Ressalta-se ainda que a norma de desempenho ABNT NBR 15.575 procurou definir um método de ensaio geral, destinado à avaliação de sistemas construtivos com características distintas, seja de materiais, massa específica, espessura, e existência ou não de juntas entre componentes que constituem a vedação vertical. Nas outras normas técnicas verificadas na literatura, os métodos para ensaio da ação de calor e choque térmico são específicos

para determinados sistemas construtivos, com características similares de massa, espessura e dilatação térmica, tais como a ASTM C1185-08: Standard Methods for Sampling and Testing Non-Asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and Clapboards, (ASTM, 2008) para ensaios de sistemas de fechamentos com placas cimentícias, ou a ETAG 004: Guideline for European techinical aproval of External Thermal Isulation Composite Systems with rendering (EOTA, 2008) para sistema em *External Thermal Insulation Composite System - ETICS*.

É bem provável que para alguns sistemas, com movimentações relativamente pequenas por efeito da variação de umidade e temperatura, a contenção não seja um fator essencial. Entretanto, para outros sistemas, supõe-se que o corpo de prova possa apresentar comportamento diferente se vinculado ou não lateralmente, ou seja, a contenção da variação dimensional pode resultar em uma maior relevância no resultado final do ensaio, particularmente se os valores dos coeficientes de variação por efeito de umidade e temperatura forem elevados.

Uma análise do fenômeno físico da expansão proporcionado pela variação de temperatura pode justificar a adoção de contenção lateral. Sem contenção lateral, os limites do corpo de prova podem se expandir para além da dimensão verificada em temperatura ambiente (figura 1), ou contrair para aquém da dimensão verificada em uma situação de equilíbrio. Entretanto, a expansão ou contração são limitadas pela existência da continuidade da parede, além de proporcionar uma situação com maiores tensões do que as verificadas na situação sem limitação das deformações dos limites do corpo de prova.

Figura 1 – Esquematização da variação do perímetro de um corpo de prova sem contenção superior e lateral



Fonte: Fontenelle (2016)

Contudo, a adoção de dispositivos rígidos de contenção lateral e de vínculos entre estes dispositivos e a borda lateral do corpo de prova podem também proporcionar distorções do resultado verificado em situação de uso.

Além da expansão por dilatação térmica, deve-se levar em conta que a maioria dos sistemas construtivos adotados são constituídos por materiais porosos e, portanto, estão sujeitos a expansões e retrações por variação de

umidade. Em alguns casos, dependendo do material com que é constituído, este fenômeno de variação dimensional por umidade pode ser de magnitude superior ao verificado por variação de temperatura do material, além de ocorrerem em situações contraditórias, ou seja, o aumento de temperatura leva à expansão por dilatação térmica, que pode levar à retração por perda de umidade.

Deste modo, pode ocorrer em alguns casos a retração do corpo de prova durante a fase de aquecimento, como a variação dimensional registrada por Fontenelle (2012) durante ciclo de choque térmico em sistema construtivo constituído por placas cimentícias. Nestes casos, a adoção de contenção apenas para a situação de expansão do corpo de prova pode não ser suficiente, sendo necessária a adoção simultânea de um mecanismo que permita a contenção da retração.

A aplicação de dispositivos rígidos de contenção pode afetar a amplitude do deslocamento da parede, decorrente da variação diferencial da expansão entre as superfícies interna e externa do corpo de prova. Essa diferença de expansão entre as faces, que pode proporcionar o deslocamento horizontal (flecha horizontal) do SVVE, seria contida pelo vínculo com o dispositivo de contenção lateral, posicionados a uma distância menor que a verificada entre dispositivos de enrijecimento em situação de uso, reduzindo o valor da fecha em comparação com uma situação de maior distanciamento desses dispositivos.

Em função dos questionamentos acima levantados, este artigo se propõe a discutir, de forma preliminar, a adoção de dispositivos de contenção lateral do corpo de prova durante o ensaio de ação de calor e choque térmico, de modo que restrinja tanto a expansão quanto a retração de sua dimensão original, de acordo com as limitações impostas pela continuidade do sistema de vedação vertical. Para isso, são identificadas reações que a eventual continuidade da parede pode exercer sobre a borda do corpo de prova, tratando-se de uma parede com maiores dimensões. Estas hipóteses conceituais foram feitas considerando a expansão ou retração do material que constitui o corpo de prova e analisando separadamente o efeito que esta continuidade proporcionaria em cada um dos três eixos possíveis de variação dimensional, ou seja, no sentido vertical, horizontal paralelo à face e horizontal perpendicular à face.

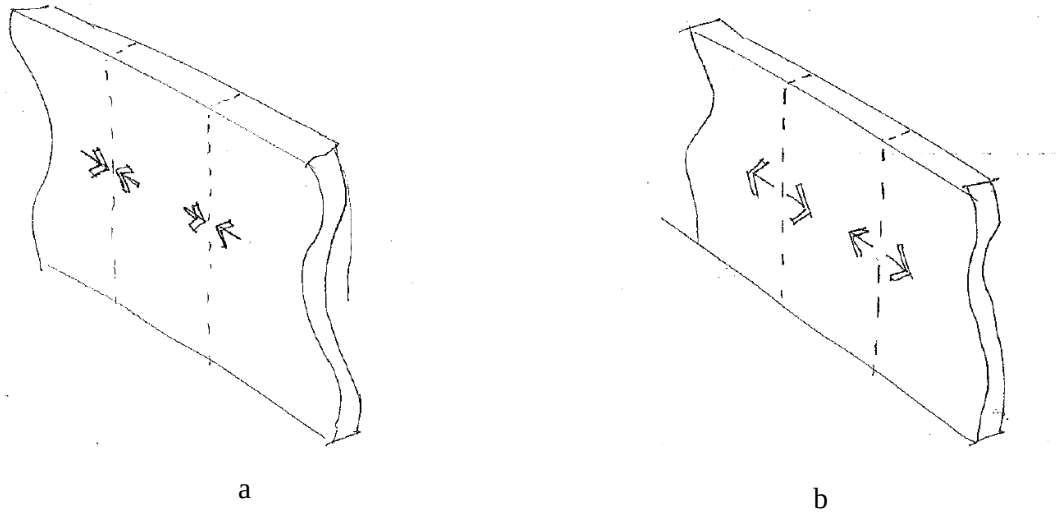
2 RESTRIÇÃO À VARIAÇÃO DIMENSIONAL DO CORPO DE PROVA PROPORCIONADA PELA CONTINUIDADE DA PAREDE

2.1 Restrição no sentido horizontal paralelo à face

A restrição no sentido horizontal paralelo à face da parede, ou simplesmente no sentido do comprimento do corpo de prova, é o sentido mais comumente considerado pelos autores que abordam a questão da necessidade de uma contenção lateral, considerando que adjacente às bordas laterais deste corpo de prova existe a continuidade da parede,

conforme indicado na figura 2. A linha tracejada representa o limite fictício do corpo de prova, em meio a uma vedação vertical contínua. No caso de uma variação de temperatura ou umidade, tanto a expansão quanto a retração dos limites desta área que representa o corpo de prova seriam limitadas. A figura 2-a ilustra, por exemplo, restrições à expansão e o caso da retração é ilustrado pela figura 2-b, esquematicamente.

Figura 2 – Restrições às variações dimensionais na borda lateral do corpo de prova pela continuidade da parede no sentido do seu comprimento; 2-a: Situação de expansão; 2-b: Situação de retração.



a b

Fonte: Fontenelle (2016)

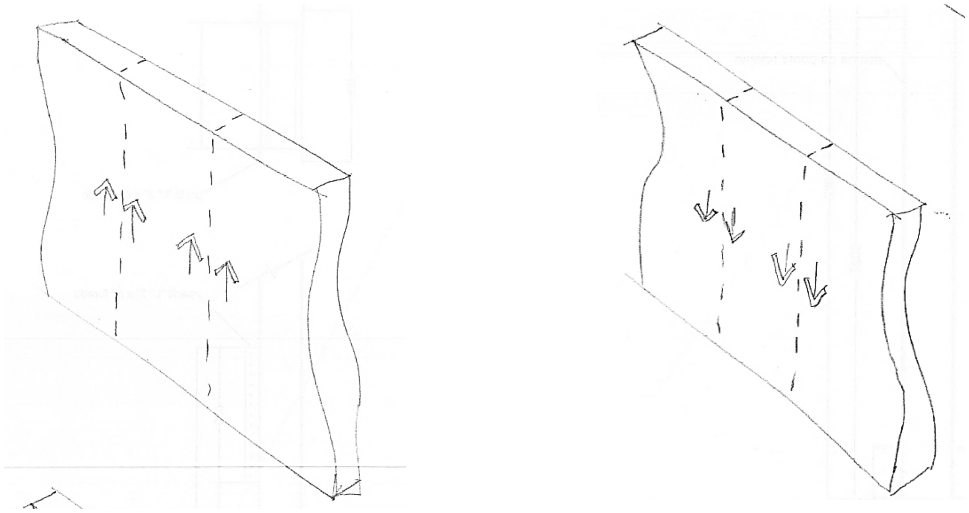
Em uma parede de uma edificação real, obviamente os fenômenos podem sobrepor-se e as deformações podem ocorrer de forma diferente, dependendo das áreas sujeitas ao fenômeno da ação do calor e do choque térmico. As variações também podem ocorrer dependendo dos vínculos existentes com outros elementos construtivos, tais como encontros de paredes ou aberturas. De qualquer modo, pode haver diferença, particularmente para produtos com altos índices de variações por efeito de umidade e temperatura, sendo que a adoção desta condição de contorno que restrinjam essas variações dimensionais pode ser considerada a situação mais crítica possível de ocorrer em um sistema de vedação.

2.2 Restrição à variação dimensional no sentido vertical

A variação dimensional no sentido vertical, isto é, da altura da parede, proporcionada pela variação da temperatura dos materiais que constituem a vedação ou da variação de umidade decorrente desta variação de temperatura, concorrerá, na prática, com variações devidas a outros fatores, como as cargas que atuam sobre esta parede: o peso próprio, a ação do vento e ações acidentais, no caso de vedações não estruturais, acrescidas ainda das cargas de lajes e coberturas, no caso de vedações com função estrutural.

Analisando-se o efeito exercido pela continuidade da parede, observa-se que o comportamento da área adjacente será o mesmo que ocorre na área delimitada como a representativa do corpo de prova. Isto porque a variação que ocorrer sobre esta área, seja de temperatura como umidade, ocorrerá também nas paredes adjacentes. Portanto, a continuidade lateral do corpo de prova não exerce nenhuma restrição quanto à variação dimensional neste sentido, seja durante a expansão ou retração da parede (figura 3).

Figura 3 – Restrições às variações dimensionais da borda lateral do corpo de prova pela continuidade da parede no sentido da altura; 3-a: Situação de expansão; 3-b: Situação de retração.



a b

Fonte: Fontenelle (2016)

Observa-se que, conforme a norma ABNT NBR 15575 (ABNT, 2013), a dimensão da altura é a maior dimensão do corpo de prova e, portanto, tende a ser a que proporcionará a maior variação dimensional em números absolutos. Conforme mencionado, a efetiva variação é resultante da somatória de outras forças. Atualmente, no ensaio em laboratório, não se considera a simulação da atuação simultânea das cargas permanentes e acidentais. Como o objetivo deste artigo é a definição de parâmetros da restrição lateral, considera-se que esta contenção lateral não pode afetar a variação dimensional no sentido vertical, ou seja, esse dispositivo de contenção lateral não deve impor restrição ao movimento vertical. Nota-se que a adoção de uma restrição rígida que possua vínculos de engastamento ao corpo de prova, não proporciona esta mobilidade.

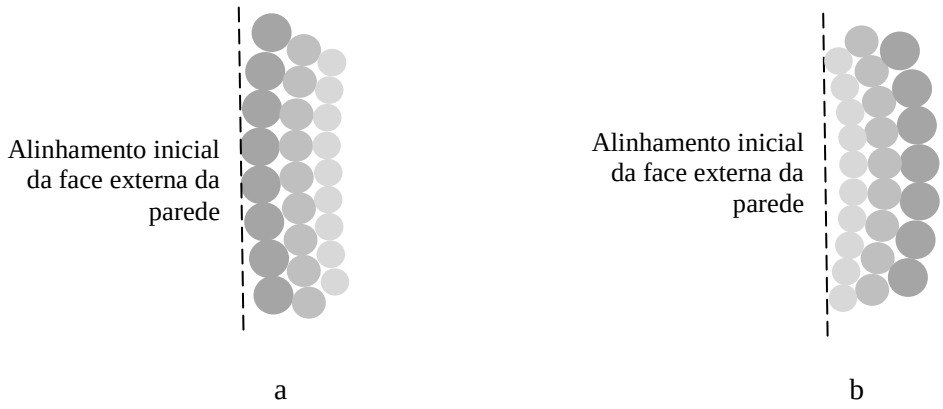
2.3 Restrição no sentido horizontal perpendicular à face

Quando se submete a superfície de uma vedação vertical, constituída por um material com baixa condução térmica e com uma espessura significativa, sob uma fonte radiante, como a exposição aos raios solares, ocorre um aquecimento diferenciado na seção da mesa, o qual, por sua

vez, pode proporcionar a ocorrência de uma flecha nesta face, ou seja, o deslocamento da parte central da parede no sentido perpendicular à sua face. Este fenômeno ocorre geralmente em direção ao exterior do edifício, quando o efeito dilatação decorrente do aumento da temperatura for preponderante ao da retração em função da perda de umidade; ou, vice-versa, para o interior da edificação, quando o efeito da variação por perda de umidade for preponderante ao da elevação de temperatura. Obviamente, quando do aumento do teor de umidade (sob aspersão) e redução da temperatura os efeitos podem ser invertidos.

No caso da preponderância da movimentação por efeito de temperatura, o fenômeno é decorrente da dilatação diferencial das diversas profundidades do material, isto é, o material passara a ter um perfil com maior diferença de temperatura ente suas faces, a interna e a externa. Esta diferenciação da temperatura proporciona a expansão do material mais próximo à superfície aquecida, resultando uma variação dimensional diferenciada ao longo de sua espessura, conforme esquematicamente representado na figura 4-a. Por outro lado, quando há redução de temperatura, ou quando a perda de umidade for significativa, pode haver retração (figura 4-b).

Figura 4 – Seção da parede mostrando o esquema da variação volumétrica diferenciada ao longo da espessura; 4-a: Situação de expansão da face externa; 4-b: Situação de retração da face externa.



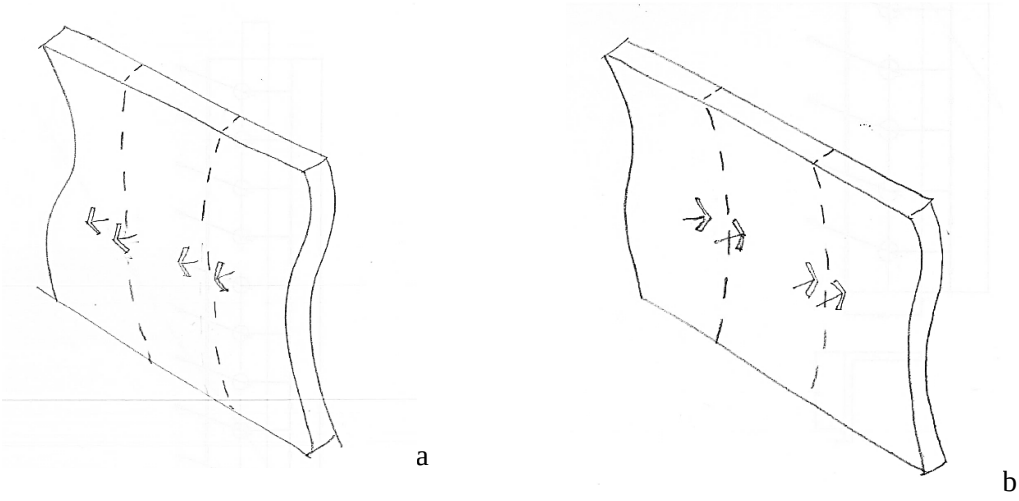
Fonte: Fontenelle (2016)

A preocupação com esta variação dimensional no sentido transversal é verificada na ABNT NBR 15.575-4 (ABNT, 2013), quando se determina a medição do deslocamento da parede na face interna no ponto médio da sua altura, transcorridos 45 minutos do início da fase aquecida.

A influência da continuidade da parede no corpo de prova, em relação ao deslocamento resultante de uma variação de temperatura ou umidade em sua face externa, ocorridas no sentido transversal a esta, pode ser representada pela figura 5. Nota-se neste caso que a variação de temperatura e umidade da superfície externa da parede, ocorrerá tanto na área delimitada pelo corpo de prova quanto nas áreas adjacentes a esta. Os deslocamentos resultantes que ocorrem na área delimitada pelo corpo

de prova não podem ser restringidos pela vinculação lateral, ou seja, a borda lateral não oferece resistência ao deslocamento no sentido transversal. Portanto, a continuidade lateral do corpo de prova não exerce nenhuma restrição quanto à variação dimensional no sentido transversal a face da parede.

Figura 5 – Restrições às variações dimensionais da borda lateral do corpo de prova pela continuidade da parede no sentido transversal a face da parede; 5-a: Situação de expansão; 5-b: Situação de retração.



Fonte: Próprio autor (2016)

3 CONCLUSÕES

Este artigo apresenta as bases iniciais de discussão sobre a hipótese de que a contenção lateral do corpo de prova, no ensaio de ação de calor e choque térmico, pode contribuir para um resultado mais próximo à resposta que o SVVE apresentará em situação de exposição natural.

Contudo, ressalta-se que essa contenção lateral deve responder adequadamente à reprodução das restrições impostas pela condição de contorno que a continuidade da parede impõe aos limites do corpo de prova.

Pode-se concluir, por enquanto, que essa contenção deve atender aos seguintes parâmetros:

- Restringir a expansão ou a contração do corpo de prova no sentido horizontal paralelo à sua face, ou seja, no sentido do comprimento do corpo de prova;
- Permitir a livre movimentação vertical, ou seja, não oferecer nenhuma restrição à variação dimensional decorrente de expansão ou da contração exercida no sentido vertical do corpo de prova;
- Permitir o deslocamento transversal, ou seja, não oferecer nenhuma restrição à formação da flecha, decorrente do gradiente de temperatura na seção da parede.

Estas restrições podem ser feitas por um elemento móvel acoplado a um dispositivo fixo, posicionado na interface com o corpo de prova. Este elemento móvel deve possuir mobilidade nos eixos vertical e horizontal, no sentido perpendicular à face da parede. Este elemento móvel deve possibilitar conexões com o corpo de prova em pontos determinados da altura da parede, tais como as proporcionadas por tirantes que devem ser posicionados entre fiadas de vedações em alvenaria, ou por elementos parafusados às estruturas no caso corpos de provas com estrutura constituída por perfis leves de aço, de modo a restringir a retração deste corpo de prova.

Observa-se, contudo, que a inserção de dispositivos de contenção lateral não garante que os limites do corpo de prova não sofram variações dimensionais, sendo necessário o acompanhamento do comportamento desta contenção por medição.

Estas análises e discussões aplicam-se particularmente a sistemas que podem apresentar deslocamentos significativos em razão de variações dimensionais por efeito de temperatura e umidade. De qualquer forma, estas análises deverão ser acompanhadas, no futuro, de resultados de ensaios práticos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao apoio da FINEP, pela colaboração dos pesquisadores da REDE FINEP-INOVATEC para o aperfeiçoamento de métodos de avaliação de desempenho, e aos técnicos do Laboratório de Componentes e Sistemas Construtivos, do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do estado de São Paulo - IPT.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575-4**: Desempenho parte 4: Requisitos para sistemas de vedações verticais internas e externas - SVVIE. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 15498**: Placas de fibrocimento sem amianto – requisitos e métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2014.

ASTM AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C 1185**: Standard test metholds for Sampling and Testing Nin-asbestos Fiber-Cement Flat Sheet, Roofing and Siding Shingles, and. Pennsylvania, USA, 2008.

AUSTRALIAN/NEW ZEALAND STANDARD**. AZ NZS 2908-2**: Cellulose-cement products Part 2: Flat sheets. AUSTRALIA, 2000

EOTA EUROPEAN ORGANIZATION FOR TECHINCAL APPROVALS**. ETAG 004**: Guideline for European Techinical Approval of External Thermal Insulation Composite System with Rendering. Brussels, 2008

FONTENELLE, J. H. **Sistemas de fixação e juntas em vedações verticais constituídas por placas cimentícias: Estado da arte, desenvolvimento de um sistema e avaliação**

experimental. Dissertação Escola Politécnica da USP 219p, 2012. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-13062013-111443/pt-br.php

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8336 Fiber-cement flat sheets** – Product specification and test metholds. Suíça, 2009.

LORENZI, L. S.; **Análise crítica e proposições de avanço nas metodologias de ensaios experimentais de desempenho à luz da ABNT NBR 15575 (2013) para edificações habitacionais de interesse social térreas**. Dissertação. UFRGS, 245p. Porto Alegre. 2015. Disponível em http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/96630?locale=pt_BR

OLIVEIRA, L. A.; FONTENELLE, J. H.; MITIDIERI FILHO, C. V, Durabilidade de fachadas: método de ensaio para verificação da resistência à ação de calor e choque térmico, in **Revista Ambiente Construído**. Porto Alegre. ANTAC, 2014. Disponível em: http://www.seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/45672

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

INFLUÊNCIA DO USO DE IMPERMEABILIZANTE POR CRISTALIZAÇÃO NA PENETRAÇÃO DE CLORETOS EM CONCRETOS[1]

CAPPELLESSO, Vanessa Giaretton (1); PETRY, Natália dos Santos (2); DAL MOLIN, Denise Carpena Coitinho (3); MASUERO, Angela Borges (4)

(1) UFRGS, e-mail: vgcappellesso@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: nataliapetry@yahoo.com.br; (3) UFRGS, e-mail: dmolin@ufrgs.br; (4) UFRGS, e-mail: angela.masuero@ufrgs.br

RESUMO

O uso de diferentes tecnologias e materiais tem contribuído para o aumento da durabilidade frente aos agentes agressivos que prejudicam as estruturas de concreto. Manter baixa a relação água/cimento e utilizar pozolanas na mistura diminui a permeabilidade do concreto, mas às vezes só estas alternativas não são suficientes. Neste caso podem-se utilizar outros produtos como é o caso dos impermeabilizantes. Esta pesquisa avaliou o uso de impermeabilizante por cristalização como adição e como tratamento superficial a fim de conhecer os benefícios que o mesmo pode proporcionar como meio de mitigar a penetração de cloretos, visto que esses foram comparados com concretos sem e com adição de sílica ativa, essa pozolana é utilizada usualmente como forma de reduzir a porosidade. Variaram-se apenas as adições (impermeabilizante por cristalização e sílica ativa) e o tratamento superficial (impermeabilizante por cristalização). A penetração de cloretos foi avaliada segundo a norma ASTM C 1202, e também foi realizado o ensaio de resistência à compressão – NBR 5739. Os resultados mostram que as adições são satisfatórias para a resistência à compressão. E, para o ensaio de penetração de cloretos a adição de sílica ativa se apresenta mais eficiente do que os demais tratamentos.

Palavras-chave: Concreto. Durabilidade. Cloretos. Impermeabilizante.

ABSTRACT

The use of different technologies and materials has contributed to the increased durability due to aggressive agents that damage the concrete structures. Retain lower the water / cement relation and to use pozzolan in the mixture decreases the permeability of the concrete, but it is sometimes not enough, in this case can be used other products such as the waterproofing. This study evaluated the use of crystalline waterproofing as addition and as a surface treatment in order to know the benefits it can provide as a means of mitigating the penetration of chlorides, as these were compared with concrete without and with addition of silica fume, this pozzolan is usually used as a way to reduce the porosity. Diversify only additions (crystalline waterproofing and silica fume) and surface treatment (crystalline waterproofing). The chloride penetration was evaluated according to ASTM C 1202, and was also performed the compressive strength test - NBR 5739 (ABNT, 2007). The results show that the additions are satisfactory to compression resistance. However, to the penetration of chlorides the silica fume is more efficient than other treatments.

[1] CAPPELLESSO, Vanessa Giaretton et al. Influência do uso de impermeabilizante por cristalização na penetração de cloretos em concretos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Concrete. Durability. Chloride. Waterproofing.*

1 INTRODUÇÃO

O concreto é utilizado em diversos ambientes e fica exposto a agentes deletérios, sendo que estes podem comprometer sua durabilidade. Nos últimos anos surgiram vários produtos com o intuito de proteger a superfície do concreto e impedir ou mitigar a entrada de agentes agressivos (MEDEIROS et al., 2012). No entanto, é importante conhecer a composição do material e o seu comportamento possibilitando dominar os danos ao longo do tempo causados pela interação do produto com agentes agressivos externos (JOHN, 2000).

A penetração de íons cloreto, em concretos não fissurados, pode dar origem a uma das mais graves entre as manifestações patológicas, a corrosão das armaduras, visto que os íons cloreto têm dimensões pequenas e grande facilidade de penetração, podendo despassivar as barras de aço, comprometendo a durabilidade das estruturas (GJØRV, 2015). A forma de impedir a entrada dos agentes agressivos é diminuir a permeabilidade do concreto, pois esta tem grande importância nos processos físicos e químicos de deterioração do concreto.

Pode-se baixar a porosidade do concreto diminuindo a relação água/aglomerante, utilizando pozolanas ou produtos hidrofugantes ou impermeabilizantes na mistura, aplicando produtos hidrofugantes ou impermeabilizantes na superfície do concreto, substituindo cimentos puros por cimentos compostos, entre outras ações. Além disto, fatores como: consumo adequado de cimento, cura e adensamento corretos, auxiliam na redução da permeabilidade do concreto, pois reduzem a porosidade e o aparecimento de fissuras (MEHTA; MONTEIRO, 2014).

Baixar a relação água/aglomerante e utilizar adições que diminuam a permeabilidade, além dos controles de qualidade, tem sido a ação com melhores benefícios para o aumento da durabilidade (MUHAMMAD et al, 2015). Visto que essas alternativas influenciam positivamente na resistência à penetração de cloretos, devido ao aumento da resistividade elétrica do concreto e à diminuição do tamanho dos poros (AL-AMOUDI, 2002).

Esse trabalho tratará do uso de impermeabilizante por cristalização como forma de diminuir a permeabilidade do concreto. Os impermeabilizantes têm como função impedir a passagem de fluídos sob a forma líquida ou vapor, dessa forma proteger as estruturas. A impermeabilização cria uma barreira quando é aplicada como tratamento superficial fechando os poros superficiais com o objetivo de impedir a entrada de água por qualquer mecanismo de transporte (BERTOLINI, 2010). Alguns impermeabilizantes também podem ser usados como adição na mistura, neste caso, os compostos químicos reagem com a umidade do concreto fresco e com os produtos da hidratação do cimento os quais resultam em uma estrutura cristalina insolúvel nos poros e capilares do concreto.

O intuito desse trabalho foi testar um produto impermeabilizante por

cristalização como forma de contribuir para a diminuição da permeabilidade do concreto. A pesquisa contribui para conhecer o desempenho de novos produtos comparados as técnicas frequentemente utilizadas nas estruturas de concreto.

2 MATERIAIS

A seguir, serão apresentados os materiais empregados no programa experimental.

2.1 Aglomerante

Utilizou-se o Cimento Portland IV 32, cimento pozolânico de classe 32. As Tabelas 1, 2 e 3 apresentam as características químicas, físicas e mecânicas, respectivamente, do cimento empregado no trabalho.

Tabela 1 – Composição química do cimento

Características avaliadas (%)	CP IV	Limites normativos
Óxido de Magnésio (MgO)	4,70	≤ 6,5
Trióxido de Enxofre (SO_3)	1,80	≤ 4,0
Perda ao fogo (PF)	2,60	≤ 4,5
Resíduo Insolúvel	40,70	-

Fonte: Fornecedor.

Tabela 2 – Caracterização física do cimento

Características avaliadas	CP IV	Limites normativos
Finura #200	0,40	≤ 8,0
Finura #325	2,00	-
Massa específica (g/cm³)	2,59	-
Início de pega (h:min)	5:55	≥ 1
Fim de pega (h:min)	8:15	≤ 12
Área específica (cm²/g)	4900	-

Fonte: Fornecedor.

Tabela 3 – Resistência à compressão do cimento (MPa) a diferentes idades

Idade	CP IV	Limites normativos
3	17,7	≥ 10,0
7	22,8	≥ 20,0
28	36,2	≥ 32,0

Fonte: Fornecedor.

2.2 Agregados

Os agregados foram caracterizados, do ponto de vista de granulometria, de acordo com a NBR NM 248 (ABNT, 2003), e para a determinação da massa específica foi utilizado como base a NBR NM 52 (ABNT, 2009) para o agregado miúdo e a NBR NM 53 (ABNT, 2009) para o agregado graúdo.

2.2.1 Agregado miúdo

A areia possui partículas com módulo de finura igual a 2,28. A massa específica apresentou o valor de 2,58 g/cm³. Na Tabela 4 pode ser vista a porcentagem retida em cada peneira.

Tabela 4 – Distribuição granulométrica do agregado miúdo

Peneira (mm)	Porcentagem retida (%)	
	Individual	Acumulada
4,75	2	2
2,36	5	7
1,18	9	16
0,6	17	33
0,3	41	73
0,15	24	97
Fundo	3	100

Fonte: Os autores

2.2.2 Agregado graúdo

O agregado graúdo utilizado é de origem basáltica e foi utilizado em duas granulometrias diferentes, conhecidas comercialmente como: brita 0 e brita 1. Na Tabela 5 pode ser vista a porcentagem retida em cada peneira para os agregados graúdos, e em seguida na Tabela 6 estão descritas as características físicas encontradas para estes agregados.

Tabela 5 – Distribuição granulométrica dos agregados graúdos

Peneira (mm)	Porcentagem retida (%) – Brita 0		Porcentagem retida (%) – Brita 1	
	Individual	Acumulada	Individual	Acumulada
25	0,0	0,0	0,0	0,0
19	0,0	0,0	20,9	20,9
12,5	0,8	0,8	76,1	96,9
9,5	13,6	14,4	3,0	99,9
6,3	47,2	61,6	0,1	100,0
Fundo	38,4	100,0	0,0	100,0

Fonte: Os autores

Tabela 6 – Caracterização física dos agregados graúdos

Caracterização	Brita 0	Brita 1
Dimensão máxima característica (mm)	12,5	25
Massa específica do agregado seco (g/cm³)	2,95	2,91
Massa específica do agregado saturado superfície seca (g/cm³)	2,88	2,87
Massa específica aparente (g/cm³)	2,83	2,85
Absorção de água (%)	1,43	0,66

Fonte: Os autores

2.3 Água

A água utilizada nesse estudo para a moldagem dos corpos-de-prova é proveniente da rede pública de abastecimento da cidade de Porto Alegre.

2.4 Aditivos

Utilizou-se, dois aditivos, sendo um aditivo plastificante polifuncional redutor de água (Aditivo 1) e outro aditivo superplastificante (Aditivo 2).

2.5 Tratamentos e adições

Utilizaram-se duas adições: a sílica ativa e o impermeabilizante por cristalização e como tratamento superficial utilizou-se o impermeabilizante por cristalização com essa finalidade. A massa específica da sílica ativa utilizada neste estudo é 2,20 g/cm³, e na Tabela 7 pode-se ver a composição química da mesma realizada por meio do ensaio de fluorescência de raios X.

Tabela 7 – Composição química da Sílica Ativa

Características avaliadas (%)	Resultados
Al_2O_3	0,20
SiO_2	92,36
Fe_2O_3	0,14
CO_2	5,06
MgO	0,24
SO_3	0,15
K_2O	0,86
MnO	0,03
P_2O_5	0,11
CaO	0,77
Na2O	0,06

Fonte: Os autores.

Os impermeabilizantes por cristalização foram utilizados de duas maneiras

como adição na mistura (Produto A) e como tratamento superficial (Produto B), no Quadro 1 apresentam-se as características.

Quadro 1 – Características dos impermeabilizantes por cristalização

Características	**Produto A**	**Produto B**
Forma de utilização	Adição	Tratamento superficial
Aparência	Pó cinza	Pó cinza
Cimento Portland (%)	40 - 70	10 - 50
Areia de quartzo (%)	5 - 10	10 - 40
Compostos químicos ativos (%)	10 - 30	30 - 60
Densidade (g/cm³)	2,92	1,45
pH em solução	10 - 13	10 - 13

Fonte: Fornecedor.

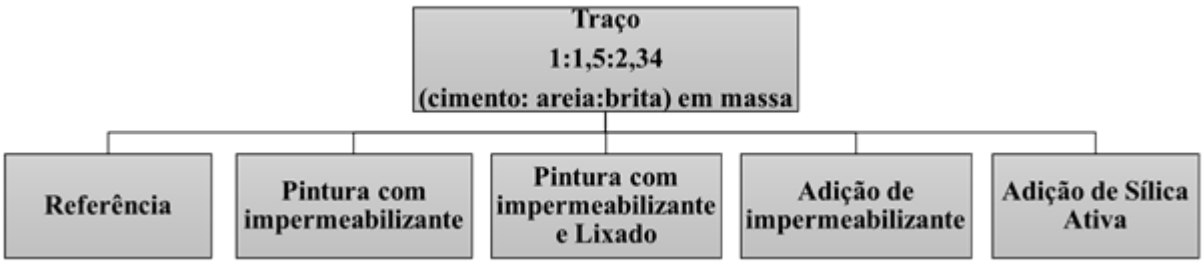
Para a aplicação do Produto B é necessário misturá-lo com água na proporção 5:2,5 (impermeabilizante por cristalização:água) para reagir e ser aplicado na superfície do concreto, sendo esta proporção usada para aplicação manual.

3 PROGRAMA EXPERIMENTAL

Para se alcançar os objetivos propostos foi desenvolvido um programa experimental que possibilitou a análise do comportamento dos concretos submetidos a diferentes tratamentos, mantendo o mesmo traço.

Na Figura 2 pode ser visto o fluxograma utilizado para realização deste trabalho. A partir do traço empregado para todos os tipos de concretos ensaiados foram desenvolvidos quatro tratamentos diferentes sendo estes comparados entre si e também comparados com um concreto referência, o qual não possui adições e nem tratamento superficial. Os outros quatro tipos são: concreto com tratamento superficial de impermeabilizante por cristalização aplicado como pintura, concreto com tratamento superficial de impermeabilizante por cristalização aplicado como pintura sendo este lixado após cura úmida de cinco dias, concreto com adição de impermeabilizante por cristalização e concreto com adição de sílica ativa.

Figura 2: Representação esquemática da matriz experimental realizada



Fonte: Os autores

3.1 Produção dos concretos

O traço empregado no trabalho é usualmente utilizado em obras realizadas na região de Porto Alegre, as quais não necessitam de altas resistências iniciais e tem como estimativa obter f_{ck} de 40 MPa. O mesmo está descrito na Tabela 8, a qual apresenta as proporções de cada material utilizado.

Tabela 8 – Proporcionamento dos materiais, em massa

Materiais	Traço
Cimento	1
Areia	1,5
Brita 0	1,17
Brita 1	1,17
Água	0,41
Aditivo 1	0,6 %
Aditivo 2	0,24 %
Adição de impermeabilizante*	0,8 %
Adição de Sílica Ativa*	10 %

Obs: *As adições de impermeabilizante e sílica ativa não foram utilizadas simultaneamente.

Fonte: Os autores

A moldagem dos corpos de prova foi realizada de acordo com a norma NBR 5738 (ABNT, 2003). Após a mistura dos materiais, buscou-se a consistência especificada de 200±30 mm, através da realização do ensaio de abatimento pelo tronco de cone, como determina a NBR NM 67 (ABNT, 1998), parâmetro este mantido fixo.

Foram confeccionados dez corpos de prova cilíndricos (diâmetro de 95mm e altura de 190mm) para o ensaio de penetração de cloretos, e mais 28 corpos de prova cilíndricos (diâmetro de 100mm e altura de 200mm) para o ensaio de resistência à compressão.

Após a moldagem, os corpos de prova ficaram acondicionados em temperatura ambiente nas primeiras 24 horas. Posteriormente, foram desmoldados e armazenados em câmara úmida sob temperatura de 23±2ºC e umidade maior que 95%, onde permaneceram até as datas dos ensaios.

Neste trabalho o tratamento superficial foi feito no concreto sem adições a fim de testar unicamente o desempenho do impermeabilizante por cristalização aplicado como pintura, em duas demãos do produto, conforme instrução de uso do fabricante, sendo a segunda demão passada quando a primeira demão ainda não estava seca. Além disso, o fabricante afirma que o produto desenvolve o mesmo desempenho se esse for lixado ou não; portanto, foram ensaiados os tratamentos superficiais nestas duas situações.

3.2 Resistência à compressão

De modo a determinar a capacidade de suportar esforços, foi realizado o ensaio de resistência à compressão simples, preconizado pela NBR 5739 (ABNT, 2007).

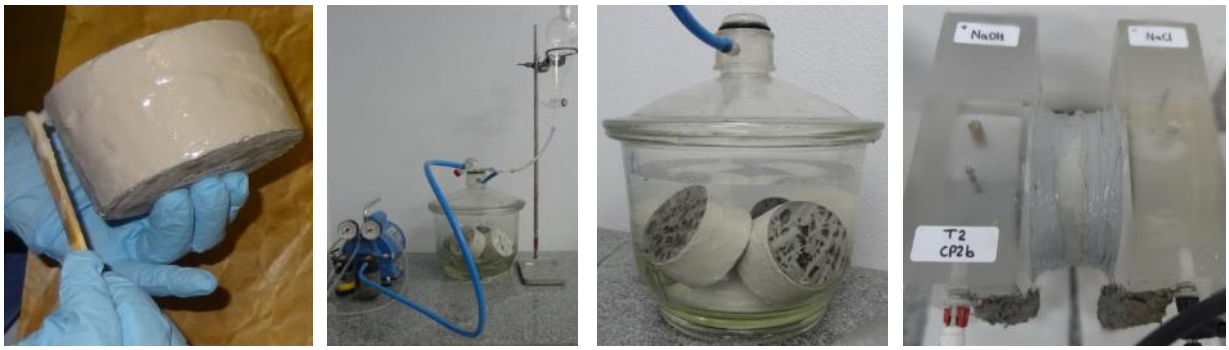
3.3 Penetração de cloretos

Para determinar o ingresso de íons cloretos nos concretos ensaiados utilizou-se o método de ensaio acelerado da ASTM C 1202 – *Test Method for Electrical Indication of Concrete's ability to Resist Chloride Ion Penetration.* O ensaio consiste em colocar um corpo-de-prova de 51 ∓ 3mm de espessura entre duas células acrílicas. Na primeira célula coloca-se uma solução de cloreto de sódio (NaCl), com concentração de 3% (em massa), e na outra célula, uma solução de hidróxido de sódio (NaOH), com concentração de 0,3N.

Em seguida, aplica-se uma voltagem de 60 ∓ 0,1V, e mede-se a corrente passante em intervalos de 30 minutos durante 6 horas, essas leituras registradas são associadas à resistência do concreto em relação a penetração de íons cloretos.

Para a realização do ensaio houve a preparação dos corpos-de-prova, as faces laterais de cada fatia foram impermeabilizadas com resina epóxi e após a secagem, os corpos-de-prova foram colocados no dessecador e posteriormente, submersos em água deionizada e deaerada até a saturação. Após 18 horas, as fatias foram secas superficialmente para serem acopladas às meias células de acrílico por meio de um material selante à base de poliuretano(Figura 3).

Figura 4: (a) aplicação de resina epóxi; (b) sistema dessecador, bomba à vácuo e balão volumétrico; (c) corpos-de-prova imersos em água deaerada e deionizada; (d) célula com corpo-de-prova acoplado com selante à base de poliuretano

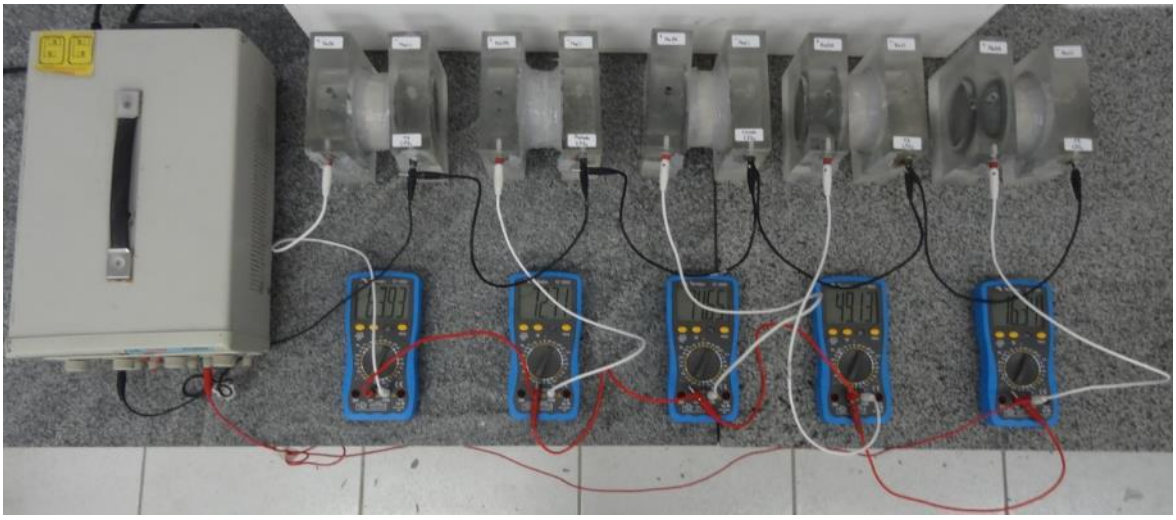


(a) (b) (c) (d)

Fonte: Os autores

Nesta pesquisa cinco células foram ensaiadas por dia, sendo uma para cada tipo de concreto, com diferentes tratamentos. Essas foram dispostas em série de maneira a serem submetidos à mesma tensão (Figura 4). Foram realizadas quatro repetições, durante quatro dias subsequentes.

Figura 4: Ilustração da montagem do ensaio de penetração de cloretos



Fonte: Os autores

A ASTM C 1202 estabelece uma classificação dos concretos quanto à resistência à penetração de cloretos, de acordo com a intensidade da corrente, conforme a Tabela 9.

Tabela 9 – Penetração de íons cloreto baseado na carga passante

Carga passante (Coulombs)	Penetração de íons cloreto
> 4000	Alta
2000 – 4000	Moderada
1000 – 2000	Baixa
100 - 1000	Muito baixa
< 100	Desprezível

Fonte: ASTM C 1202 - 05 (2012)

O cálculo da carga total passante pelos corpos-de-prova é realizado por meio da equação 1.

$$Q = 900(I_0 + 2*I_{30} + 2*I_{60} + 2*I_{90} + ... + 2*I_{330} + I_{360}) \quad (1)$$

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A seguir serão apresentados e discutidos os resultados obtidos na pesquisa.

4.1 Resistência à compressão

Os resultados obtidos no ensaio de resistência à compressão dos corpos de prova são apresentados na Tabela 10 e representados na Figura 5. As médias foram adquiridas através da ruptura de sete corpos de prova na idade 28 dias.

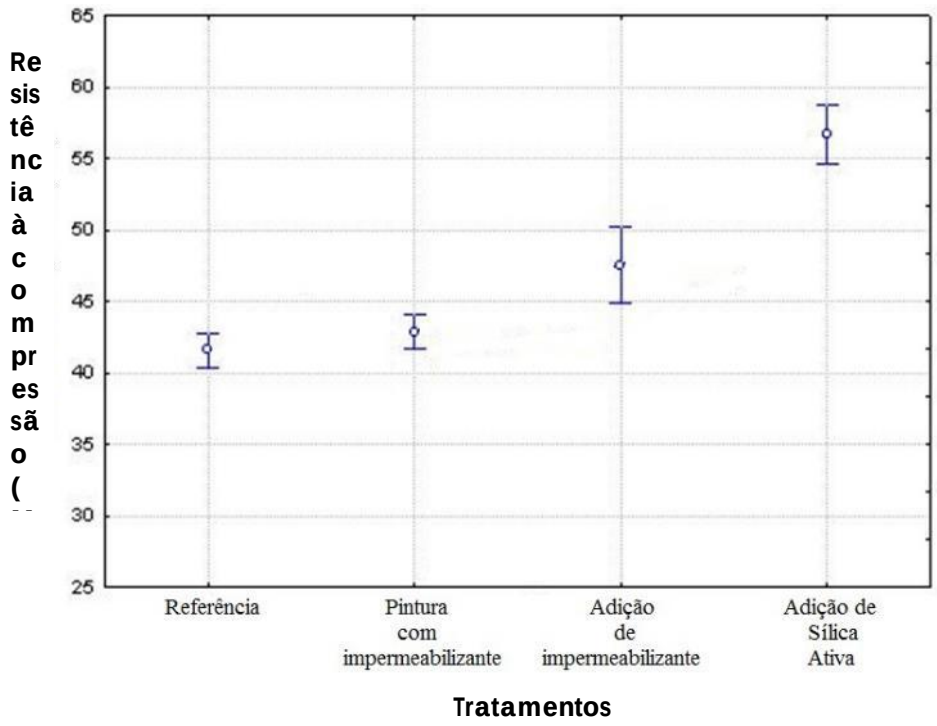
Tabela 10 – Resistência à compressão aos 28 dias dos concretos confeccionados com diferentes tratamentos.

Tratamentos utilizados	Resistência média (MPa)	DP (MPa)	CV (%)
Referência	41,6	1,4	3,5
Pintura com impermeabilizante	42,9	1,3	3,0
Adição de impermeabilizante	47,5	2,9	6,0
Adição de Sílica Ativa	56,7	2,2	3,9

DP : Desvio padrão; CV: Coeficiente de variação.

Fonte: Os autores

Figura 5 – Resistência à compressão simples aos 28 dias dos concretos com diferentes tratamentos superficiais



Fonte: Os autores

Analisando a Figura 5, observa-se que a utilização do impermeabilizante como tratamento superficial aplicado como pintura praticamente não altera a resistência à compressão, quando comparado com o concreto de referência. Este comportamento era esperado uma vez que a influência do produto impermeabilizante neste caso é apenas superficial. Já quando o impermeabilizante é utilizado como adição ao concreto este aumentou a resistência em 16%, o comportamento provavelmente está associado à colmatação dos poros do concreto pelo produto impermeabilizante. Em contrapartida a adição de sílica ativa ao concreto se mostrou mais eficiente, apresentando um acréscimo de 28% à resistência à compressão quando comparado à referência.

Para a análise da significância das variáveis controláveis, os tratamentos, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) com fatorial cruzada a partir do software *Statistica 7*. Os resultados são apresentados na Tabela 11, para o ensaio de resistência à compressão aos 28 dias.

Tabela 11 – Análise de variância (ANOVA) para Resistência à compressão

Efeitos	SQ	GL	SQF	Teste F	p	Sig.
Tratamento	1010,521	3	336,840	82,205	0,000000	Sim
Erro	102,439	25	4,098			-

SQ: Soma quadrática; GL: graus de liberdade (n-1); SQF: média quadrática; Teste F(calc): valor calculado de F; p: nível de significância; Se p < 5% = efeito significativo.

Fonte: Os autores

A Tabela 11 mostra que a influência dos tratamentos utilizados foi considerada significativa, deste modo, a utilização dos tratamentos faz diferença nos resultados correlacionados com a resistência à compressão.

Em seguida, realizou-se o Teste F de Fischer para ver a significância entre os tratamentos, sendo estes comparados ao concreto referência, como pode ser visto na Tabela 12.

Tabela 12 – Teste F de Fischer para resistência à compressão

	Pintura com impermeabilizante	Adição de impermeabilizante	Adição de Sílica Ativa
Referência	NS	S	S

NS: não significativo; S: significativo.

Fonte: Os autores

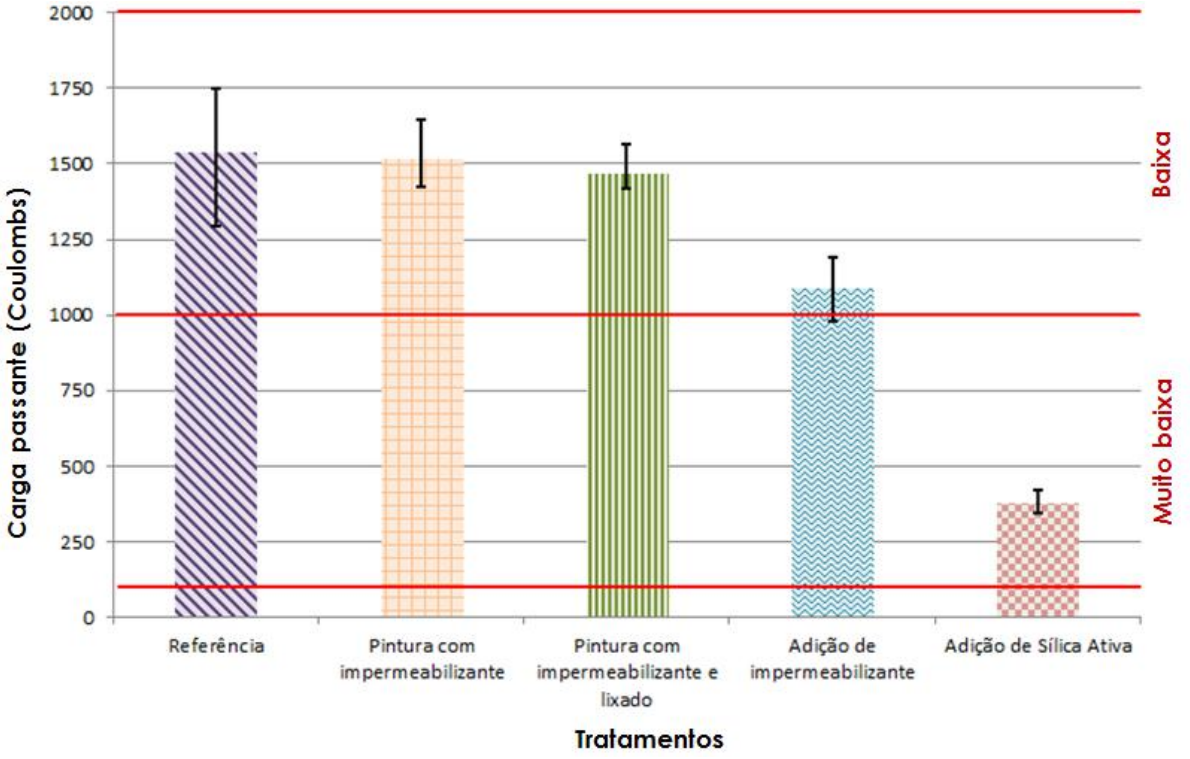
Com base na Tabela 12, pode-se dizer que a utilização do impermeabilizante por cristalização aplicado como pintura não é significativo se comparado com o concreto de referência, entretanto a utilização do mesmo como adição na matriz e a adição de sílica ativa são significativas.

4.2 Penetração de cloretos

Os resultados do ensaio de penetração de cloretos foram obtidos a partir dos dados de corrente registrados ao longo do ensaio, calculados conforme a Fórmula 1 (ASTM C 1202, 2012).

Na Figura 6 ilustra-se a carga passante dos concretos ensaiados. Nota-se que o concreto referência, assim como os concretos com tratamento superficial e com adição de impermeabilizante por cristalização estão dentro da faixa de penetração de íons cloretos que varia de 1000 a 2000 Coulombs, considerada de penetração baixa, segundo a Tabela 9. Já o concreto com adição de sílica ativa ficou na faixa de 100 a 1000 Coulombs, considerada muito baixa a taxa de penetração de cloretos, segundo Tabela 9.

Figura 6 – Carga passante nos concretos com diferentes tratamentos



Fonte: Os autores

A sílica ativa teve redução de 75% em relação ao concreto de referência apresentando melhor desempenho entre os concretos ensaiados. Os concretos com aplicação de impermeabilizante por cristalização como pintura apresentaram pouca diferença em relação ao concreto referência, o simplesmente pintado teve redução de 1% na permeabilidade aos íons cloretos, e o pintado e lixado teve redução de 4%. Já o concreto com adição de impermeabilizante por cristalização na mistura teve redução de 29% na permeabilidade em relação ao concreto referência, e o desvio padrão mostra a possibilidade de estar dentro da faixa de penetração de íons cloretos considerada muito baixa.

Para a análise da significância das variáveis controláveis, os tratamentos, foi realizada uma Análise de Variância (ANOVA) com fatorial cruzada a partir do *software Statistica 7*. Na Tabela 13 apresenta-se a análise do ensaio de penetração de cloretos.

Tabela 13 – Análise de variância (ANOVA) – Carga Passante

Efeitos	SQ	GL	SQF	Teste F	p	Sig.
Tratamento	3886165	4	971541	76,932	0,000000	Sim
Erro	189429	15	12629			-

SQ: Soma quadrática; GL: graus de liberdade (n-1); SQF: média quadrática; Teste F(calc): valor calculado de F; p: nível de significância; Se p < 5% = efeito significativo.

Fonte: Os autores

A Tabela 13 mostra que os tratamentos utilizados foram considerados significativos, deste modo, a utilização dos tratamentos faz diferença nos resultados correlacionados com a carga passante. Em seguida, realizou-se o Teste F de Fischer para ver a significância entre os tratamentos, sendo estes comparados ao concreto referência, como pode ser visto na Tabela 14.

Tabela 14 – Teste F de Fischer para penetração de cloretos

	Pintura com impermeabilizante	Pintura com impermeabilizante e lixado	Adição de impermeabilizante	Adição de Sílica Ativa
Referência	NS	NS	S	S

NS: não significativo; S: significativo.

Fonte: Os autores

A partir da realização do teste F de Fisher é possível verificar que apenas as amostras que utilizaram o impermeabilizante por cristalização como pintura e sofreram o lixamento não foram consideradas significativas, as demais todas são significativas se comparadas com o concreto de referência.

5 CONCLUSÕES

De acordo com o estudo que analisou a permeabilidade do concreto segundo a norma ASTM C 1202 para penetração de cloretos, e em paralelo o ensaio de resistência à compressão – NBR 5739 (ABNT, 2007), constatou-se que a adição de sílica ativa foi a solução que apresentou melhor desempenho, aumentando a resistência à compressão e reduzindo a permeabilidade à íons cloreto significativamente. O impermeabilizante por cristalização para o ensaio de resistência à compressão se mostrou eficiente quando utilizado como adição na mistura do concreto, mas não influenciou na resistência quando aplicado como tratamento superficial. O produto impermeabilizante por cristalização quando analisado em relação ao ensaio de penetração de cloretos, mostra-se melhor que o concreto referência, tanto como adição quanto como tratamento superficial, ambos contribuem para a diminuição da permeabilidade, e notou-se que o processo de lixamento é benéfico para o desempenho do produto impermeabilizante quando empregado superficialmente no concreto. Para tanto, o produto impermeabilizante por cristalização na maioria dos casos teve melhor desempenho que o concreto referência, mas quando este é comparado com a sílica ativa para os materiais e o traço estudado, verifica-se que o uso de sílica ativa como adição foi a melhor solução frente ao aumento da durabilidade do concreto. É importante salientar que seria adequado testar produtos semelhantes de outros fornecedores.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a empresa Queiroz Galvão por disponibilizar os materiais utilizados nesse trabalho e o laboratório LAMTAC/ NORIE da UFRGS no qual se desenvolveram os ensaios realizados nesse trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 5738**: Concreto - Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 5739**: Concreto - Ensaios de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. Rio de Janeiro, 2007.

_____. **NBR NM 52**: Agregado miúdo - Determinação da massa específica e massa específica aparente. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 53**: Agregado graúdo - Determinação da massa específica, massa específica aparente e absorção de água. Rio de Janeiro, 2009.

_____. **NBR NM 67**: Concreto - Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. Rio de Janeiro, 1998.

_____. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

AL-AMOUDI, O. (2002). **"Durability of plain and blended cements in marine environments."** Advances in Cement Research, 10.1680/adcr.2002.14.3.89, 89-100.

AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. **ASTM C1202:** Standard Test Method for Electrical Indication of Concrete's Ability to Resist Chloride Ion Penetration. West Conshohocken, USA, 2012.

BERTOLINI, L. **Materiais de construção**: Patologia, Reabilitação e Prevenção. HELENE, P. Oficina de Textos, 2010.

GJØRV, O. E. – **Projeto de durabilidade de estruturas de concreto em ambientes de severa agressividade**. Ed. Oficina de Textos. São Paulo, 2015. p. 15

JOHN, V.M. - **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição para metologia de pesquisa e desenvolvimento**. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia Civil. São Paulo, 2000. p. 113.

MEDEIROS, M. H. F.; BORGES, P. C.; ALEIXO, D. M.; QUARCIONI, V. A.; MARCONDES, C. G. N.; HELENE, P. **Reducing Water and Chloride Penetration Through Silicate Treatments for Concrete as a Mean to Control Corrosion Kinetics**. Internacional Journal of Electrochemical Science, v.7. 2012. .7. p.9683

MEHTA P.K., MONTEIRO.P.J.M. – **Concreto. Microestrutura, Propriedades e Materiais.** HASPARYK.N.P. 2.ed. São Paulo, IBRACON,2014. p.134

MUHAMMAD, N.; KEYVANFAR, A; MAJID, M.; MIRZA, A. J.; **Waterproof performance of concrete**: A critical review on implemented approaches, Construction and Building Materials, 2015. v. 101 p. 80–90

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DAS HABITAÇÕES DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NAS CIDADES DE FLORIANÓPOLIS E CRICIÚMA, SANTA CATARINA – ESTUDOS DE CASO[1]

ANTUNES, Elaine G. P. (1); ROMAN, Humberto R. (2); MARCELINO, Luísa H. (3); GOUDINHO, Daiane S. S. (4); MACHADO, Alan P. (5)

(1) UFSC/UNESC, e-mail: elainegpa@unesc.net; (2) UFSC, e-mail: humberto.roman@ufsc.br; (3) UFSC, e-mail: luhmarcelino@gmail.com; (4) UNESC, e-mail: dss@unesc.net; (5) UNESC, e-mail: engalanpm@gmail.com

RESUMO

Este trabalho avalia a qualidade dos sistemas construtivos utilizados para a construção de habitações de interesse social (HIS) do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) nas cidades de Florianópolis e Criciúma, Santa Catarina, Brasil. O intuito primordial é melhorar o desempenho dessas edificações, tendo em vista que, com base nos resultados obtidos, pretende-se auxiliar os projetistas e construtores a minimizar os erros detectados e, consequentemente, evitá-los. Os resultados apresentados são provenientes de um projeto de pesquisa financiado pela Secretaria Nacional de Habitação (SNH) com o propósito, também, de contribuir no aprimoramento do PMCMV por parte do Ministério das Cidades. Foram realizadas análises técnicas dos projetos e das soluções executivas utilizadas, além de uma avaliação da qualidade dos insumos, da execução e do desempenho das habitações, conforme ABNT NBR 15575:2013 Edificações habitacionais – Desempenho. De acordo com a pesquisa desenvolvida os problemas mais comuns são as fissuras e as manchas de umidade. E, com base na análise dos dados, a maiorias dessas manifestações patológicas originam-se de erros e/ou deficiências dos projetos. É necessário rever o controle dos projetos e execução das edificações do PMCMV, isso porque, os problemas mais recorrentes possuem métodos preventivos e soluções conhecidas.

Palavras-chave: Qualidade das habitações. Programa Minha Casa Minha Vida. Desempenho das habitações.

ABSTRACT

This work evaluates the quality of the construction systems used for the construction of social housing (HIS) of the "Minha Casa Minha Vida" program (PMCMV) in the cities of Florianopolis and Criciuma, Santa Catarina, Brazil. The primary aim is to improve the performance of these buildings, with a view that based on the results obtained, it is intended to help designers and builders to minimize the errors and thus avoid them. The results presented are from a research project funded by the National Housing Secretariat (SNH) in order to contribute to the improvement of PMCMV by the Ministry of Cities. Technical analysis of projects and executive solutions used were performed, as well as an assessment of the quality of inputs,

[1] ANTUNES, E. *et al*. Avaliação do desempenho das habitações do programa minha casa minha vida nas cidades de Florianópolis e Criciúma, Santa Catarina – Estudos de Caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

implementation and performance of housing, according to ABNT NBR 15575: 2013 Residential Buildings - Performance. According to the research developed the most common problems are the cracks and moisture stains. And based on the analysis of the data, the majority of these pathological manifestations arise from errors and / or deficiencies of the projects. It is necessary to review the control of projects and execution of PMCMV the buildings, because, the most frequent problems have prevention methods and known solutions.

***Keywords**: Quality of housing. Minha Casa Minha Vida. Performance of housing.*

1 INTRODUÇÃO

O governo federal do Brasil intensificou nos últimos anos a criação de programas que auxiliem, através de financiamentos, a aquisição de imóveis, por parte das classes mais desfavorecidas da população. Estas edificações, conhecidas como Habitações de interesse Social (HIS), tornaram o "*sonho da casa própria*" mais próximo de ser realizado por aqueles que não dispõem de recursos financeiros suficientes.

Com maior facilidade de obtenção dos financiamentos, cresce paralelamente, o número de obras destinadas a este mercado ascendente. E, juntamente com estas edificações surgem, também, os usuários descontentes devido ao exacerbado número de patologias que algumas dessas obras têm apresentado. Portanto, levanta-se a referida hipótese: "existem falhas no processo de produção dessas edificações, ora na etapa de projeto, ora na etapa de execução".

Diversos processos construtivos podem ser adotados para o Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), financiadas através da Caixa Econômica Federal (CAIXA), mas acredita-se que o principal processo utilizado é a Alvenaria Estrutural, conforme comenta o professor Francisco Ferreira Cardoso:

> A alvenaria, seja utilizando tijolos ou blocos de concreto, é, por excelência, o processo construtivo já enraizado na cultura brasileira. É a maneira brasileira de construir. Foi trazida pelos portugueses e é a que o brasileiro confia. Então, presumo, haverá pouco espaço no Minha Casa Minha Vida para sistemas muito inovadores ou importados. (CARDOSO, 2009)

O trabalho em questão avalia obras nas cidades de Criciúma e Florianópolis, ambas pertencentes ao estado de Santa Catarina – Brasil, que utilizam como processo construtivo a Alvenaria Estrutural. Através de uma listagem das patologias mais frequentes, apresentação de possíveis soluções preventivas busca-se evitar o surgimento de problemas tão recorrentes. Além de um estudo avaliativo acerca da qualidade dos insumos, da qualidade da execução e o desempenho das habitações, de acordo com os tópicos da ABNT NBR 15575:2013 Edificações habitacionais – Desempenho.

Os dados apresentados são provenientes de um projeto de pesquisa financiado pela Secretaria Nacional de Habitação (SNH), onde seus resultados podem contribuir no monitoramento, avaliação e aprimoramento por parte do Ministério das Cidades – Governo Federal do Brasil para obras que se utilizem do mesmo processo construtivo.

2 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa apresentada aconteceu em etapas: primeira etapa (A) consistiu em selecionar os empreendimentos que fariam parte do trabalho. Na etapa subsequente (B) fez-se a coleta e análise de projetos e documentos relativos às edificações em estudo.

A etapa (C) refere-se ao levantamento de dados que ocorreu através de visitas aos empreendimentos selecionados. A etapa (C) divide-se em duas subetapas C1 e C2; a subetapa C1 corresponde às visitas nas edificações que estavam em fase de execução e a subetapa C2 refere-se às visitas realizadas nas edificações prontas, com a presença dos moradores.

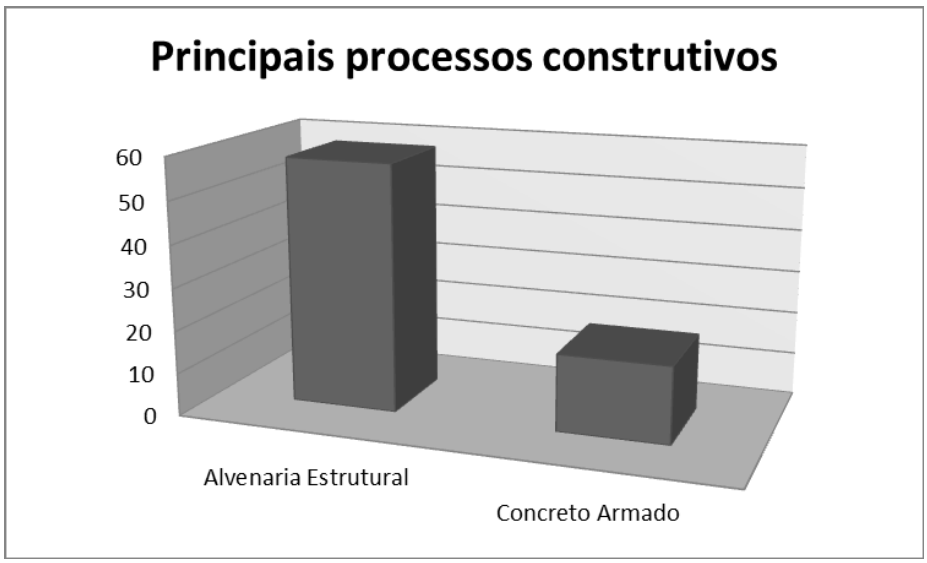
Na penúltima fase dessa pesquisa, etapa (D), os dados obtidos nas etapas anteriores foram organizados. Primeiramente, fez-se a catalogação das patologias encontradas e, posteriormente o estudo que visa identificar as origens e causas das manifestações patológicas. Após, fez-se a avaliação dos resultados.

2.1 Seleção dos empreendimentos

Como o objetivo deste estudo é avaliar o desempenho das edificações financiadas pelo Programa Minha Casa Minha Vida (MCMV), este se tornou o primeiro critério para seleção. Outro determinante para a escolha é que os empreendimentos deveriam pertencer as GIDURs (Gerência de Desenvolvimento Urbano) de Criciúma e/ou Florianópolis, Santa Catarina.

Além desses, outro ponto foi levado em consideração para a definição dos empreendimentos, que se refere à necessidade de se analisar as edificações que realmente expressassem a realidade das obras do MCMV. Para tal, era inerente verificar, primeiramente, quais os processos construtivos mais comuns na execução desses empreendimentos. E, tal informação foi obtida por intermédio da Caixa Econômica Federal (CAIXA) em 10 de março de 2013, "*Base de dados PMCMV – Chamada MCTI / CNPq/ MCIDADES nº 11/2012*". A referida base de dados continha informações de cada empreendimento, dentre os quais se destacaram para a pesquisa os seguintes: nome do empreendimento, munícipio, número de unidades habitacionais, faixa de pertinência ao MCMV, construtora responsável, data de assinatura e data prevista para entrega. Em posse desses dados, pode-se verificar e confirmar a intensa utilização da alvenaria estrutural como processo construtivo para obras deste programa, Figura 1, justificando o parâmetro adotado no estudo.

Figura 1 – Incidência dos processos construtivos utilizados nos PMCMV



Fonte: Do autor (2012)

A seleção final dos empreendimentos, que melhor se adequariam ao estudo, foram feitas após reuniões nas GIDURs de Florianópolis (FL) e em Criciúma (CR), com base no próprio interesse da CAIXA, Tabela 1.

Tabela 1 – Empreendimentos selecionados para análises

Análise	**Empreendimento**	**Gidur**
Projetos	Adair Francisco Thiesen (AFT)	FL
	Argemiro Wilson Madruga (AWM)	CR
	Alexandre Coelho (AC)	FL
	Carmel (CL)	CR
	Marlene Moreira Pierre (MMP)	FL
	Saudades (S)	FL
	Toscana (Tos)	CR
	Valentim Elisboa Anacleto (VEA)	CR
Execução	Flores da Colina (FC)	FL
	Alexandre Coelho (AC)	FL
	Henrique Paes de Medeiros (HPM)	CR
Manif. Patológicas	Marlene Moreira Pierre (MMP)	FL
	Carmel (CL)	CR
	Valentim Elisboa Anacleto (VEA)	CR

Fonte: Do autor (2012)

2.2 Coleta e análise dos projetos

A maioria dos projetos referentes aos empreendimentos selecionados foram fornecidos diretamente pela CAIXA, já que esta tem, em sua maioria, uma

via de cada projeto da edificação financiada por ela. No entanto, em alguns dos empreendimentos alguns projetos foram obtidos diretamente com a construtora responsável, com prévia autorização da instituição financeira.

Em posse dos projetos fez-se análises dos mesmos, com o intuito de evidenciar falhas nesta etapa que poderiam acarretar em futuras manifestações patológicas nas edificações.

No processo de avaliação fez-se a análise dos projetos arquitetônico, estrutural e/ou executivo, elétrico, hidrossanitário e outros.

A análise do projeto arquitetônico pode ser considerada a mais importante, pois é nesta que são observados itens como: modulação, rigidez estrutural, previsão de *shafts*, tamanho dos vãos, detalhes na cobertura, revestimentos externos, espessura das paredes estruturais, altura dos pavimentos e previsões de modificações.

No projeto estrutural e/ou executivo atenta-se a presença das paginações de todas as paredes, plantas de 1ª e 2ª fiadas, utilização da família completa dos blocos, detalhes construtivos como vergas e contra-vergas, interseções entre paredes, fiadas de respaldo, ferragens e pontos de graute. Nos projetos complementares hidrossanitário e elétrico (telefônico, internet e similares) observa-se a posição dos dutos para as respectivas instalações a fim de estudar se os mesmos são pontos de enfraquecimento da alvenaria.

2.3 Visita aos empreendimentos

Nas visitas aos empreendimentos de alvenaria estrutural, em fase de execução, foram analisadas as técnicas construtivas e aspectos gerais da obra através de observação direta.

Em edificações de alvenaria estrutural o principal ponto de observação durante a execução da obra são as paredes, para tal atentou-se primordialmente aos seguintes fatores: se as paredes apresentavam desaprumos, desalinhamentos ou desníveis a olho nu; preenchimento de juntas horizontais e verticais, além de outros pontos.

Nas visitas aos empreendimentos já construídos, subetapa C2, foi realizado um levantamento das manifestações patológicas encontradas.

Devido à impossibilidade de visitação de todas as unidades habitacionais de cada empreendimento, optou-se pelo processo de amostragem de unidades por empreendimento.

Durante a coleta de dados não foram consideradas as áreas comuns condominiais, como por exemplo, o salão de festas e os volumes dos reservatórios, no entanto, as áreas de circulação interna dos edifícios entraram no estudo.

A análise para posterior registro das manifestações patológicas ocorreu por observação direta (visual) do pesquisador sobre as condições das paredes, tetos ou pisos. Foi empregado o "Quadro orientativo para levantamento de

manifestações patológicas" (Figura 2), que serviu como instrumento com função de direcionar, padronizar e auxiliar o levantamento de manifestações patológicas.

Figura 2 - Quadro orientativo para levantamento de manifestações patológicas



COLETA DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS

Empreendimento: _____

Número de blocos: _____ / Número total de Unidades Habitacionais: _____ / Data: _____ / Folha: _____

FOTO	BLOCO	APT.	AMBIENTE	PAREDE/LAJE	PATOLOGIA	OBSERVAÇÕES

Fonte: Do autor (2012)

Para se realizar o trabalho de coleta e avaliação das manifestações patológicas buscou-se verificar, registrar e analisar, principalmente, a frequência de ocorrência; o dimensionamento, como se encontram distribuídas ou localizadas nos compartimentos ou elementos; e como estas ocorrências comprometem o desempenho do material, do componente ou da edificação.

Para fazer o levantamento, foi considerada uma manifestação patológica toda vez que um defeito era visualizado em uma parede interna ou laje de um ambiente. Nas paredes externas a quantificação ocorreu similarmente às paredes internas e lajes, no entanto, para a locação da manifestação patológica foi considerado o número do pavimento e a fachada (frontal, fundos, lateral esquerda e lateral direita) para cada bloco.

As verificações das fachadas consistiram na análise de todas as paredes externas de 10% dos blocos, incluindo sua conectividade com as esquadrias. As inspeções no interior dos blocos basearam-se na vistoria dos ambientes de no mínimo 10% das unidades habitacionais (UH). Considerou-se adequado o valor de 10% para análise desse tipo de pesquisa, conforme sugerido por Ioshimoto (1988), Richter (2007) e pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). No entanto, entende-se que, preferencialmente, muitos autores de pesquisas semelhantes a esta definem suas amostras por empreendimento e não por número total de unidades habitacionais como foi realizado nesta pesquisa.

As unidades habitacionais a serem diagnosticadas foram selecionadas aleatoriamente, conforme recomendado por Ioshimoto (1988) e por Fiess et al. (2004).

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

3.1 Resultado da análise dos projetos

Os resultados das análises estão apresentados em Tabelas as quais seguem a seguinte representação:

"x": não atende ou atende parcialmente o critério;

"o": atende adequadamente o critério.

É importante mencionar que obtivemos acesso ao projeto arquitetônico de todos os empreendimentos, algo que não se verificou com os projetos complementares.

Através da Tabela 2, demonstram-se os resultados da análise dos projetos arquitetônicos.

Tabela 2 – Análise dos projetos arquitetônicos

ANÁLISE DE PROJETOS	Modulação	Rigidez estrutural	Dutos Hidráulicos	Vãos	Cobertura	Revestimentos externos	Espessura das paredes	Previsão de modificação
Adair Francisco Thiesen	x	o	x	o	x	x	x	x
Argemiro Wilson Madruga	o	o	x	x	x	x	o	x
Alexandre Coelho	x	o	x	x	x	o	x	x
Carmel	x	o	x	o	x	o	o	x
Marlene Moreira Pierre	x	o	x	x	x	o	x	x
Saudades	o	o	x	o	x	o	o	x
Toscana	x	o	x	x	x	x	x	x
Tozzo	o	o	x	x	x	x	o	x

Fonte: Do autor (2012)

Com base nos projetos arquitetônicos analisados pode ser verificado, conforme demonstram os dados da Tabela 2, que nenhum dos referidos projetos atendeu em sua totalidade os fatores listados. Fato esse, que pode gerar um aumento na possibilidade de surgimento das manifestações patológicas nas edificações.

A ausência de informações, no projeto arquitetônico, pode ocasionar tomada de decisões, sobre alguns fatores, dentro do próprio canteiro de obras, o que deve sempre ser evitado.

A modulação minimiza os prejuízos de desempenho da edificação e ao construtor (ROMAN et al., 2002). Na maioria dos casos não se utiliza adequadamente a família dos blocos e não se apresenta detalhes de amarração entre as paredes.

Em nenhum dos projetos avaliados há indicação de *shafts* para passagem de dutos condutores de fluidos, no entanto, sabe-se que alguns empreendimentos utilizam desse recurso, mesmo sem o detalhamento no projeto. A grande maioria opta pela passagem desses dutos por paredes hidráulicas não estruturais, em contrapartida apresenta uma manutenção mais complexa e onerosa.

Devido a limitações estruturais, os vãos das lajes nos projetos devem ser menores que 4,0 m para garantir a manutenção das cargas e excentricidades transmitidas às paredes dentro de níveis aceitáveis e para propiciar ao edifício condições para que ele resista a danos acidentais (ROMAN et al., 2002). A possibilidade do aumento de vão com uma possível retirada de paredes estruturais não pode ser analisado, pois não há indicações claras de paredes não estruturais.

Os projetos apresentados tinham ausência de informações no detalhamento adequado das lajes de cobertura a fim de evitar a movimentação térmica da laje, principal causa de ocorrência de fissuração das paredes do último pavimento (ROMAN et al., 2002).

Outro fator importante para evitar fissuras e garantir uma maior permeabilidade dos revestimentos são as espessuras externas superiores a 2,0 cm (ROMAN et al., 2002), sendo que em quatro projetos não há recomendações a respeito deste critério.

Nenhum projeto avaliado previu possíveis mudanças arquitetônicas e estruturais a fim de melhor atender o usuário, fator este que deve ser levado em consideração.

Já para a análise dos projetos estruturais, os dados estão dispostos na Tabela 3.

Tabela 3 – Análise dos projetos estruturais

ANÁLISE DE PROJETOS	**Primeira e segunda fiadas**	**Paginações**	**Família de blocos**	**Detalhes construtivos**	**Definição aos elementos de projeto**	**Juntas de assentamento**
Adair Francisco Thiesen	x	x	x	x	x	x
Argemiro Wilson Madruga	o	o	o	o	x	x
Alexandre Coelho	x	x	x	x	x	o
Carmel	x	x	x	x	x	x
Marlene Moreira Pierre	x	x	x	x	x	o
Saudades	o	x	x	x	x	x
Toscana	x	x	x	x	x	x
Tozzo	o	o	o	o	x	x

Fonte: Do autor (2012)

Todos os itens analisados quando cumpridos de maneira correta racionalizam o processo e tendem a evitar danos futuros.

As plantas de primeira e segunda fiadas servem de base para as paginações e são ferramentas para locação das paredes.

As paginações, na grande parte, foram de difícil compreensão, com ausência ou inadequação dos detalhes de vergas e contra-vergas, além de incoerências com as plantas de primeira e segunda fiadas.

A ausência ou inadequação nos detalhes de vergas e contra-vergas, amarração entre as paredes, resistência dos blocos e pontos de grauteamento, desfavorece a racionalização e eficiência da alvenaria estrutural.

Muitos casos também não indicam a modalidade das juntas: horizontais (espalhadas nas paredes laterais e nos septos dos blocos) e/ou verticais (dois filetes nas extremidades laterais dos blocos).

Os resultados da análise dos Projetos Complementares estão apresentados na Tabela 4:

Tabela 4 – Análise dos projetos estruturais

ANÁLISE DE PROJETOS	
Adair Francisco Thiesen	Hidrossanitário
Argemiro Wilson Madruga	Elétrico e hidrossanitário
Alexandre Coelho	Elétrico, hidrossanitário e telefônico.
Carmel	Preventivo de incêndio e hidrossanitário.
Marlene Moreira Pierre	Elétrico, hidrossanitário e telefônico.
Saudades	Elétrico, hidrossanitário e telefônico.
Toscana	_____
Tozzo	Elétrico.

Fonte: Do autor (2012)

O projeto que se teve acesso comumente foi o Hidrossanitário.

De um modo geral os projetos complementares se apresentam de forma bastante similar entre si: apresentação simples, sem detalhes do projetista, sem memoriais de cálculo, e principalmente sem indicações dos dutos condutores verticais em *shafts* ou paredes não estruturais e condutores horizontais sob ou sobre a laje.

É inerente comentar que nessa etapa de análise de projetos, devido às falhas verificadas nos mesmos, já era esperado uma série das manifestações patológicas vivenciadas posteriormente nas visitas às edificações prontas. As infiltrações de água pelas janelas, principalmente, e as movimentações térmicas nas lajes de cobertura servem como exemplo. Para ambos os motivos os projetos não apresentaram nenhum tipo de detalhamento ou solução que prevenissem os problemas derivados das mesmas.

A quantidade de itens que foram favoráveis às obrigatoriedades básicas do processo construtivo nos projetos arquitetônicos, e hidrossanitário foi mínima.

A carência desses itens nos projetos traz, como consequência, execuções debilitadas. A vasta quantidade de dúvidas durante a etapa de execução, em relação aos projetos, diminui consideravelmente a qualidade da edificação.

Ao final dessa análise, pode-se concluir que os projetos ainda precisam ser elaborados com maior seriedade, a fim de ampliar a qualidade e aumentar a durabilidade das edificações.

3.2 Análise da execução

Através das visitas às edificações em execução conseguiu-se observar as falhas construtivas que ocorriam com maior frequência nas obras visitadas, e consequentemente, visualizar os locais mais suscetíveis ao surgimento de manifestações patológicas.

Neste item do trabalho tornou-se visível as falhas construtivas que foram detectadas nos empreendimentos que estavam em fase de execução, dentre os quais se destacaram:

Rasgos e/ou quebra de blocos nas alvenarias para instalação de conduítes; família dos blocos incompleta; variação na espessura das juntas; desaprumos das paredes, exemplo na Figura 3.

Figura 3 - Desaprumo, modulação e preenchimento das juntas de forma incorreta – Empreendimento AC



Fonte: Do autor (2012)

Na alvenaria estrutural as instalações elétricas e de hidráulica são executadas simultaneamente à elevação das alvenarias. A quebra ou o corte de blocos, posteriores à elevação das paredes propicia, além de outros problemas, o comprometimento da estabilidade de obra, conforme Figura 4. Para se executar edificações em alvenaria estrutural, instalações hidráulicas, devem-se seguir os seguintes preceitos básicos: utilizar paredes não estruturais, *shafts*, blocos hidráulicos ou tubulações aparentes, evitando rasgos na alvenaria.

Figura 4 – Quebra em alvenaria – Empreendimento HPM



Fonte: Do autor (2012)

Nas edificações visitadas verificaram-se falhas quanto à execução de juntas verticais, que afetam consideravelmente a resistência à flexão e ao cisalhamento da parede.

A junta horizontal, ou junta de assentamento muitas vezes é preenchida de forma inadequada o que gera diminuição da resistência à compressão da parede. Essa falha ocorre devido ao despreparo da mão-de-obra. Nos três empreendimentos em execução da pesquisa, encontraram-se algumas juntas inadequadas, no entanto a maioria segue a espessura de um cm como é o indicado para alvenarias.

Outro erro verificado com maior frequência foi à utilização de "bolachas", e também de juntas a prumo por falta de blocos adequados.

3.3 Avaliação das manifestações patológicas

Dentre as manifestações patológicas analisadas nos empreendimentos, tanto na parede interna quanto na parede externa ou na laje, as fissuras e as manchas por umidade destacam-se como os problemas de maior frequência de ocorrência, conforme Tabela 5.

Tabela 5 – Incidência das manifestações patológicas encontradas

	Ambiente Interno				Ambiente Externo			
Problemas	**MMP**	**CL**	**VEA**	**Média**	**MMP**	**CL**	**VEA**	**Média**
Fissuras	21%	44%	30%	32%	51%	45%	15%	37%
Manchas por umidade	29%	40%	46%	38%	33%	23%	13%	23%
Relacionados aos constituintes dos materiais aliado a fatores externo	50%	16%	24%	30%	16%	25%	72%	38%
Armadura exposta	0%	0%	0%	0%	0%	7%	0%	2%

Fonte: Do autor (2012)

Os motivos que ocasionaram a maioria das fissuras encontradas foram às movimentações térmicas das lajes de cobertura, a pequena espessura dos revestimentos argamassados, a transmissão de cargas da edificação para paredes sem função estrutural e a inexistência de vergas e contra-vergas.

As manchas de umidade vivenciadas nas edificações, tanto na parte interna quanto na externa, são oriundas primordialmente das infiltrações de água pelas soleiras ou interface esquadria/alvenaria, pelas infiltrações devido a falhas na cobertura e infiltrações através das paredes externas.
Após análise dos motivos causadores dessas manifestações patológicas apontou-se a provável etapa (projeto ou execução) em que o referido problema se originou. Sendo assim, após esse estudo, verificou-se que a grande maioria das manifestações patológicas verificadas tem origem na etapa de projeto.
Um projeto deve ser completo para ser considerado de qualidade. E, por projeto completo entende-se como um projeto que traz todas as especificações necessárias de forma correta e com clareza. É aquele que não deixa decisões serem tomadas no canteiro de obras. Portanto, é

considerado falha de projeto toda e qualquer falta de especificação de produtos ou inexistência de detalhes que demonstrem como se devem executar corretamente os serviços previstos. Também, são consideradas como falhas de projeto as especificações inadequadas ou erradas.
Ao final, pode-se afirmar que os motivos que trouxeram manifestações patológicas de maior frequência nos residenciais pesquisados tiveram suas origens na etapa de projeto.

5 CONCLUSÕES

A proposta deste estudo era o levantamento das manifestações patológicas de maior incidência, destacando a etapa da obra em que elas podem ser evitadas.

De acordo com a pesquisa, os problemas com maiores ocorrências são as fissuras e as manchas por umidade, elas aparecem juntas em 70% dos casos no ambiente interno e 60% no ambiente externo Tais manifestações são resultados das deficiências e/ou erros presentes nos projetos constituintes. A ausência de diversas informações leva ao processo de tomada de decisões no canteiro de obras, acarretando em problemas que poderiam ser evitados.

A etapa de execução, principalmente pela mão de obra desqualificada, também apresenta fatores que favorecem o surgimento de patologias.

Diante dos resultados obtidos, pode-se concluir que em grande maioria, os problemas podem ser evitados aumentando-se a rigorosidade acerca da qualidade dos projetos e da execução.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) pelo incentivo à pesquisa. Ás empresas construtoras, nas quais os estudos foram realizados e à CAIXA pelo apoio e envolvimento durante este trabalho.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575**: Desempenho de Edificações Habitacionais. Rio de Janeiro, 2013

CARDOSO, Francisco Ferreira. Entrevista a *Vogg Branded Content*. 2009. Disponível em http://www.cimentoitambe.com.br/alvenaria-vai-predominar-no-minha-casa-minha-vida/. Acesso em 11 de fevereiro de 2014.

FIESS, Julio Ricardo F. et al. Causas da Ocorrência de Manifestações Patológicas em Conjuntos Habitacionais do Estado de São Paulo. In: CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL, 1.; ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO (ENTAC), 10., 2004, São Paulo. Anais... São Paulo, 2004.

IOSHIMOTO, Eduardo. Incidência de manifestações patológicas em edificações habitacionais. Tecnologia de Edificações. São Paulo. Pini, IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, Coletânea de trabalhos da Divisão de Edificações do IPT. 1988.

RICHTER, Cristiano. Qualidade da Alvenaria Estrutural em Habitações de Baixa Renda: Uma Análise da Confiabilidade e da Conformidade. 2007. 180 p. Dissertação - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

ROMAN, Humberto Ramos et al. Manual de Análise de Alvenaria Estrutural da Caixa Econômica Federal. Florianópolis: NPC (Núcleo de Pesquisa em Construção Universidade Federal de Santa Catarina); GDA (Grupo de Desenvolvimento de Sistemas de Alvenaria Universidade Federal de Santa Catarina) e FEESC (Fundação de Ensino de Engenharia em Santa Catarina), 2002.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ESTUDO COMPARATIVO ENTRE CONCRETO USINADO E CONCRETO PRODUZIDO NO CANTEIRO DE OBRAS[1]

KRUG, Lucas Fernando (1); HABITZREITTER, Maxoel (2); BUENO, Bruna G. (3)

(1) UNIJUÍ, e-mail: lucas.krug@unijui.edu.br; (2) UNIJUÍ, e-mail: hmaxoel@yahoo.com.br; (3) UNIJUÍ, e-mail: bru_gi_bueno@hotmail.com

RESUMO

Esta pesquisa apresentará os resultados de uma comparação feita entre os dois tipos de produção de concreto mais utilizados atualmente, o concreto produzido em central de concretagem e o concreto produzido no canteiro de obras. Será analisado resultados de ensaios de ruptura a compressão e de ruptura a tração por compressão diametral realizados em laboratório, apresentando assim qual dos dois meios de produção possui melhor resistência característica, ou seja, qual tem maior confiabilidade e apresenta maior aproximação da resistência exigida no projeto estrutural, também será apresentado qual dos concretos possui menor custos de produção tendo como base os traços utilizados em suas produções.

Palavras-chave: Resistência. Compressão. Tração. Custos.

ABSTRACT

This research will present the results of a comparison made between the two types of concrete most widely used production, the concrete produced in central concrete and concrete produced at the construction site. Results will be analyzed rupture testing the compression and the tensile rupture by diametrical compression performed in the laboratory, thus presenting which of the two media production has better strength characteristics, ie which is more reliable and has higher approximation resistance required in the project structural also be presented where the concrete has lower manufacturing costs based on the features used in their production.

Keywords: *Resistance. Compression. Traction. Costs.*

1 INTRODUÇÃO

O concreto de cimento Portland é o material estrutural e de construção civil de maior importância na atualidade. Mesmo sendo o mais recente dos materiais de construção de estruturas, pode ser considerado como uma das descobertas mais interessantes da história do desenvolvimento da humanidade e sua qualidade de vida.(HELENE E ANDRADE, 2007).

O concreto tem por sua característica principal alta resistência a compressão e relativa resistência a tração, grande parte dos concretos usados em obra hoje em dia são produzidos em centrais de usinagem, o chamado concreto usinado geralmente é utilizado em todos os

[1] KRUG, Lucas Fernando; HABITZREITTER, Maxoel; BUENO, Bruna G.. Estudo comparativo entre concreto usinado e concreto produzido no canteiro de obras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

componentes estruturais que utiliza este material na obra, desde a fundação passando pelos pilares, vigas até a laje, porém em algumas obras de menor porte ou por opção do construtor também é utilizado o concreto produzido no canteiro de obras, este geralmente é usado quando a obra foi projetada com fundações superficiais e em alguns casos na concretagem dos pilares.

Esclaresse-se que o concreto de cimento Portland deve conter cimento, água e agregados, além da possibilidade de conter aditivos, pigmentos, fibras, agregados especiais e adições minerais. A proporção entre os diversos constituintes é buscada pela tecnologia do concreto, para poder atender simultaneamente todas as propriedades necessárias que o concreto deve conter.(HELENE E ANDRADE, 2007).

Freqüentemente tem-se o uso de aditivos, que são constituintes destinados a melhorar ou conferir propriedades especiais ao concreto, tais como impermeabilidade da massa, diminuição do calor de hidratação, aumento da durabilidade, maior plasticidade quando fresco, rápido aumento da resistência quando endurecido, etc.(PEDRUCCI, 1978).

A produção do concreto dosado e produzido em central surgiu com o objetivo de atender às obras de infra-estrutura que necessitam de grandes volumes de concreto em curto período de tempo e com uma menor variabilidade de suas resistências mecânicas.(REGATTIERI E MARANHÃO, 2011).

O objetivo desse estudo é avaliar se há alguma diferença entre os dois meios de produção de concreto quanto a qualidade/resistência e custos, verificando se há algum controle de traço dos pedreiros na produção do concreto e se há controle por meio de corpos de prova da concreteira para o concreto usinado. Em seguida realizar os testes de resistência a compressão e a tração por compressão diametral fazendo as devidas análises e indicando onde se encontra a melhor qualidade do concreto e qual dos meios de produção se tem uma maior redução dos custos.

2 METODOLOGIA

A pesquisa realizada pode ser considerada como um estudo comparativo-qualitativo, segundo Schneider e Schimitt (1998), a comparação pode ser considerada como inerente ao processo de construção do conhecimento. Nesse estudo ela se dá através da comparação entre o concreto usinado e o concreto produzido no canteiro de obras. Conforme Godoy (1995), um fenômeno pode ser melhor compreendido no contexto em que ocorre e do qual é parte, devendo ser analisado numa perspectiva integrada. Nesse caso foram analisados os custos e a qualidade de ambos os concretos.

2.1 Coleta de dados

2.1.1 Coleta de dados referente à resistência

Para iniciar os testes foram coletados os materiais no momento da concretagem para ambos os concretos (usinado e produzido em obra) para então ser executado o ensaio de consistência pelo abatimento do tronco de cone, conforme determina a NBR NM 67 (ABNT, 1998). As coletas mesmo sendo em obras diferentes foram realizadas com as mesmas condições para que não houvessem distorções nos resultados.

Para ambos os concretos exigiu-se uma resistência característica a compressão de 20Mpa, sendo que para o usinado verificou-se um abatimento de 140 mm e para o produzido em obra um abatimento de 180 mm.

Em seguida foram moldados 24 corpos-de-prova cilíndricos para cada bloco de concreto nas dimensões de 10x20 conforme NBR 5738 (ABNT, 2015), após a moldagem, eles foram curados, desmoldados e armazenados conforme a NBR 5738 (ABNT, 2015).

Ensaiou-se 3 corpos-de-prova para cada idade de 3, 7, 21 e 28 dias e para cada tipo de ensaio, seguindo os procedimentos da NBR 5739 (ABNT, 2007) para os ensaios de rompimento por compressão e da NBR 7222 (ABNT, 2011) para os ensaios de rompimento de tração por compressão diametral.

2.1.2 Coleta de dados referentes a custos

Além da resistência a compressão e resistência a tração foram analisados os custos de ambos os concretos para se obter valores de qual concreto seria o mais eficiente e ao mesmo tempo mais econômico.

Para ser realizada essa comparação de custos, primeiro, apresentou-se o traço em massa dos materiais utilizados para ambos os concretos

- Concreto usinado:

50	:	160	:	150	:	70	:	21
cim(Kg):		areia(Kg) :		brita 1(Kg):		pedrisco(Kg) :		água(litros)

Os dados apresentados foram disponibilizados pela empresa de usinagem

- Concreto produzido no canteiro de obras:

50	:	139	:	157	:	40
cim(Kg)	:	areia(Kg)	:	brita 1(Kg)	:	água(litros)

Em seguida relizou-se uma pesquisa de preços em lojas de materiais de construção com a finalidade de fazer um levantamento dos materiais constituintes no preparo do concreto. Através da tabela 3 pode-se vizualizar

os valores obtidos através da média de custos de três lojas de materiais de construção.

Tabela 3-Custo médio dos materiais constituíntes do concreto

Insumo	Unid.	Custo (R$)
Cimento	sc	29,6
Areia	m³	81,66
Brita 1	m³	80
Pedrisco	m³	80

Fonte: Os autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Resultados refentes à resistência

Observa-se através do gráfico 1 que desde as primeiras idades a resistência a compressão do concreto usinado foi imensamente superior a resistência do concreto produzido no canteiro de obras, porém a curva que representa a ascensão de resistência demonstra que o concreto usinado adere maior resistência nas primeiras idades e posteriormente diminui a intensidade de crescimento,estabilizando aos 28 dias.

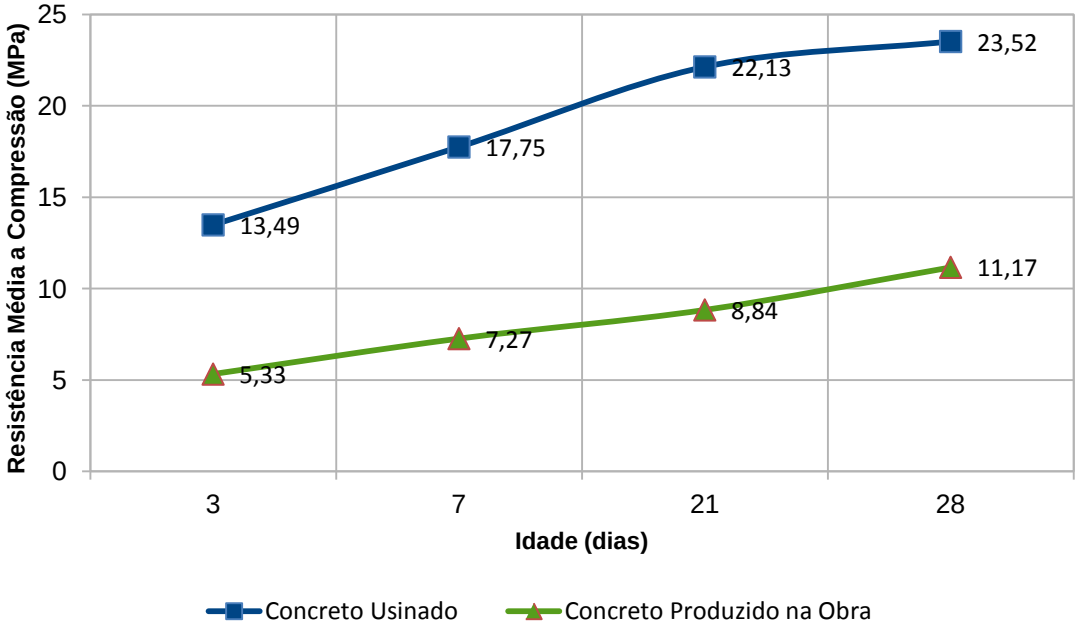
Já o concreto produzido no canteiro de obras apresenta uma curva com crescimento mais lento e uniforme nas idades iniciais, aumentando o ganho de resistência nas idades de 21 a 28 dias.

Percebe-se que a resistência média a compressão do concreto usinado superou entorno de 118% a resistência média a compressão do concreto produzido no canteiro de obras aos 28 dias. A maior diferença de resistência a compressão pode ser observada no rompimento com idade de 21 dias, onde a resistência média do concreto usinado supera entorno de 150% a resistência média do concreto produzido no canteiro de obras.

Observa-se a partir do gráfico 2 que as curvas representativas do ganho de resistência a tração por compressão diametral são similares para ambos tipos de concreto, diferente das curvas de ganho de resistência a compressão.

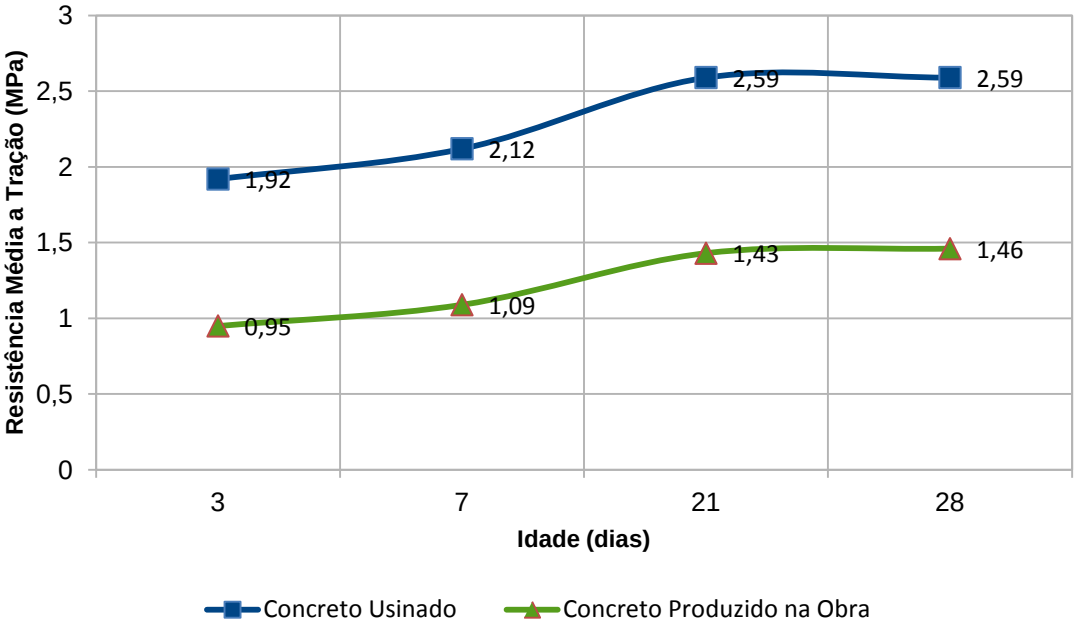
A resistência a tração por compressão diametral na idade de 28 dias do concreto usinado supera entorno de 77% a resistência do concreto produzido no canteiro de obras.

Gráfico 1- Gráfico comparando as resistências a compressão



Fonte: Os autores

Gráfico 2- Gráfico comparando as resistências a tração por compressão diametral



Fonte: Os autores

Assim como a resistência a compressão, a resistência a tração por compressão diametral na idade de 3 dias do concreto usinado, é superior a resistência a tração por compressão diametral do concreto produzido no canteiro de obras na idade de 28 dias. Analisando esses dados não há dúvidas da eficiência no que se refere a resistência do concreto usinado em comparação com o concreto produzido em obra.

3.2 Resultados refentes a custos

A partir do traço em massa verificou-se os seguintes custos para os materiais constituintes do concreto usinado:

- Cimento: R$ 29,60

- Areia: R$ 5,06

- Brita 1: R$ 4,12

- Pedrisco: R$ 1,98

Somando esses materiais resultou em um custo de R$ 40,76 por traço de 50 Kg de cimento, porém ainda deve ser considerado o valor do aditivo plastificante.

A partir do traço em massa verificou-se os seguintes custos para os materiais constituintes do concreto produzido no canteiro de obras:

- Cimento: R$ 29,60

- Areia: R$ 4,40

- Brita 1: R$ 4,31

- Mão-de-obra: R$ 1,72

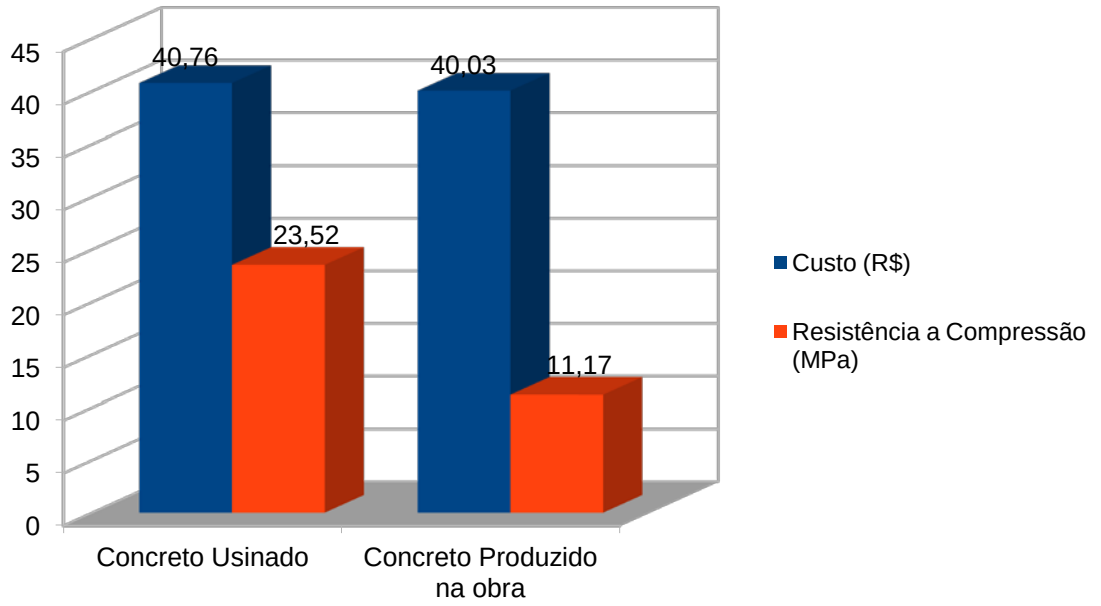
Somando esses materiais resultou em um custo de R$ 40,03.

Para ambos os tipos de concreto não foram levados em consideração o custo de energia elétrica e água utilizada para a produção do concreto.

Verificou-se que a diferença de custos entre os dois tipos concreto é muito pequena considerando a diferença que obtêm-se na resistência a compressão dos mesmo, conforme o gráfico 3.

Percebe-se que o concreto usinado apresenta um custo de apenas 1,82% a mais do que o concreto produzido no canteiro de obras, porém sua resistência superou 100% em relação ao segundo tipo de concreto.

Gráfico 3 - Comparação entre custos e resistência a compressão



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

Através da pesquisa foram obtidos resultados satisfatórios, pois estes puderam apresentar a realidade em que se encontra algumas obras não só em nossa região como em todo país.

Conforme pode ser observado, o concreto produzido no canteiro de obras atingiu resistências bem inferiores ao concreto produzido por uma central dosadora. Observa-se que o consumo de materiais não diferiu muito entre ambos tipos de concreto, de modo que possa explicar tamanha discrepância nos resultados de resistência característica a compressão e a resistência característica a tração por compressão diametral.

No entanto, um dos fatores responsáveis por essa diferença de resultados é a relação entre água e cimento utilizados nos dois tipos de concretos ensaiados nesta pesquisa. Ao utilizar uma relação água/cimento de 0,8, no concreto produzido em obra, a resistência a compressão do concreto requerida aos 28 dias fica entre 11 e 12 MPa. Já ao utilizar a relação água/cimento de 0,42, no concreto usinado, a resistência a compressão do concreto requerida aos 28 dias deve ser superior a 30 MPa. Relembrando que no concreto produzido em central foi utilizado aditivo plastificante, fator que influenciou no abatimento, reduzindo o fator a/c.

Outro fator influente pode ter sido a diferença de materiais utilizados, já que a elaboração do concreto produzido em central e o produzido em obra realizou-se em cidades distintas.

No que diz respeito aos custos de produção de ambos tipos de concreto não há uma diferença clara que justifique a escolha por um ou outro, o que

de ser levado em consideração é a resistência que ambos apresentam, e neste caso a melhor escolha é do concreto produzido pela central de usinagem.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, **Agregados para concreto - Especificação.** NBR 7211. Rio de Janeiro, 2005.

____, Concreto – Determinação da consistência pelo abatimento do tronco de cone. **NBR NM 67**. Rio de Janeiro, 1998.

____, Concreto de cimento Portland – Preparo, controle, recebimento e aceitação - Procedimento. **NBR 12655**. Rio de Janeiro, 2015.

____, Ensaio de compressão de corpos-de-prova cilíndricos. **NBR 5739**. Rio de Janeiro, 2007.

____, Procedimento para moldagem e cura de corpos de prova. **NBR 5738**. Rio de Janeiro, 2015.

GODOY, Arilda Schmidt. **Pesquisa Qualitativa - Tipos Fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n.3, p, 20-29, mai./jun. 1995.

HELENE, Paulo; ANDRADE, Tibério. Concreto de Cimento Portland. In: **MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL E PRINCÍPIOS DE CIÊNCIA E ENGENHARIA DE MATERIAIS**. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2007. vol 2.

HELENE, Paulo; TERZIAN, Paulo. **Manual de Dosagem e Controle do Concreto**. São Paulo: ed. PINI, 1993.

PETRUCCI, Eladio G. R. **Concreto de Cimento Portland**. 5. ed. rev. Porto Alegre: Ed. Globo, 1978.

REGATTIERI, Carlos Eduardo Xavier; MARANHÂO, Flávio Leal. **Produção e controle de concreto dosado em central**. In: CONCRETO: CIÊNCIA E TECNOLOGIA. Ed. G. C. ISAIA. – São Paulo: IBRACON. 2011. vol 1.

SCHNEIDER, Sergio; SCHIMITT, Cláudia Job. **O uso do método comparativo nas Ciências Sociais.** Cadernos de Sociologia, Porto Alegre, v. 9, p. 49-87, 1998.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

IDENTIFICAÇÃO DE FENÔMENOS DE PRÉ-PATOLOGIA NAS FACHADAS DOS EDIFÍCIOS – UMA CONTRIBUIÇÃO PARA A DURABILIDADE DAS CONSTRUÇÕES[1]

OLIVEIRA, Valéria C. (1); OLIVEIRA, Mayara J. (2); HENRIQUE, Elaine S. (3); CARVALHO, Michele T. (4); BAUER, Elton (5)

(1) UNB, e-mail: valeria.oliveira@ifro.edu.br; (2) UNB, e-mail: mayjordana@gmail.coml; (3) UNB, e-mail: eshenriq@gmail.com; (4) UNB, e-mail: micheletereza@unb.br; (5) UNB, e-mail: elbauerlem@gmail.com

RESUMO

A identificação de anomalias em idades precoces em revestimentos de fachadas de edifícios, vem estimulando pesquisas que visem entender o comportamento das variáveis que interferem no surgimento de vários danos. O objetivo do trabalho é estabelecer padrões para caracterizar e diagnosticar de forma eficiente as anomalias comuns mais precocemente. As discussões contribuem sistematicamente na tomada de ações de manutenção. Nesse contexto merecem destaque as medidas de manutenção preventiva, e, por conseguinte, uma nova área de conhecimento se torna relevante: Fenômenos de Pré-patologia. Estes fenômenos serão indicadores e instrumentos para identificação dos fatores atribuídos aos mecanismos causadores das anomalias. O presente artigo tem como metodologia a identificação das pré-patologias através do estudo efetuado pelo Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) da UnB em avaliações das condições das fachadas dos edifícios no DF, com o intuito de identificação de falhas e anomalias buscando a avaliação de seu diagnóstico e gravidade. O resultado da análise contribuiu para identificação das pré-patologias na incidência de descolamentos de revestimentos cerâmicos. A contribuição do estudo está na estratégia da manutenção proativa, intervindo na origem do problema e evitando o desenvolvimento de anomalias, otimizando a vida útil das edificações e durabilidade das construções.

Palavras-chave: Fenômenos de Pré-Patologia. Anomalias. Manutenção Proativa.

ABSTRACT

The identification of abnormalities at early ages in building ceramic façade cladding systems, has stimulated research aimed at understanding the behavior of the variables that affect the emergence of various types of damage. The objective is to establish standards to characterize and diagnose efficiently the common problems earlier. Discussions systematically contribute in making maintenance actions. In this context it stresses the measures of preventive maintenance, and therefore a new area of knowledge becomes relevant: Pre-pathology phenomena. These phenomena are indicators and instruments for identification of factors attributed to the mechanisms causing the anomalies. This article presents a methodology to identify the pre-conditions through the study conducted by the Material Testing Laboratory (LEM) at UNB on assessments of the conditions of the façades of buildings in the Federal District, aiming to identify the anomalies for the Evaluation of

[1] OLIVEIRA, Valéria C. *et al*. Identificação de fenômenos de pré-patologia nas fachadas dos edifícios – uma contribuição para a durabilidade das construções. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Diagnosis and Severity. The result of the analysis contributed to the identification of the pre-anomalies that affect the detachment of ceramic tiles . The contribution of the study is in the proactive maintenance strategy, intervening at the source of the problem and preventing the development of anomalies, optimizing the service life and durability of buildings.

***Keywords**: Pre-pathology phenomena. Pre-Anomalies. Proactive maintenance.*

1 INTRODUÇÃO

A grande incidência de manifestações patológicas em sistemas construtivos e especificadamente em revestimentos de fachadas é notória e vem estimulando pesquisas que visem entender o comportamento das variáveis que interferem em seu surgimento. Sendo necessários estudos que permitam desenvolver metodologias alternativas que possam estabelecer parâmetros e índices para caracterizar e diagnosticar de forma mais eficiente as anomalias comuns em fachadas (SILVA, 2014).

O estudo dos Fenômenos Pré-Patológicos, FPP, discutido por Lopes (2005), configura-se uma ferramenta importante para avaliação do comportamento das anomalias dentro do plano de manutenção da edificação, observando se estas se mantém ou se agravam, bem como analisando a necessidade de intervenção.

A nova área de conhecimento destacada no estudo enunciado, aborda o estudo de fenômenos de anomalias em edifícios, logo na sua fase inicial de desenvolvimento, permitindo uma intervenção imediata na origem dos problemas, de forma a evitar o seu progresso. Esta filosofia acarreta vantagens óbvias porque, uma vez que ao intervir na origem no fenômeno, contribui para otimizar a vida útil e reduzir os custos diferidos na manutenção do edifício (LOPES, 2005).

Cabe salientar que a expressão patologia da construção é designada como ciência que estuda as anomalias e suas respectivas causas. (CALEJO,2001). Logo, ao enunciar a definição de Fenômenos Pré-Patológicos, Lopes (2005) avalia causas prováveis ao surgimento da anomalia, ou pré-aviso, assim como as consequências possíveis.

Lopes (2005) considera como fatores que assinalam o surgimento das anomalias as soluções indutoras de anomalias (SIA) e os defeitos.Uma solução indutora de anomalia distingue-se do fenômeno de pré-patologia, pelo simples fato de ainda não se verificar algum indício do aparecimento de FPP ou de anomalias. Caracteriza-se por ser uma solução ao elemento, que ainda não apresenta qualquer tipo de fenômeno patológico, mas por suas características específicas, indica que provavelmente deverá dar origens a tais fenómenos. O referido para as SIA também é aplicável aos defeitos, mas são fenômenos que se diferenciam pela existência ou não de uma norma que regulamenta determinada solução.

Nesse contexto realizou-se uma investigação sobre as definições relacionadas ao estudo de anomalias que norteiam as metodologias e estratégias de manutenção, abordando essencialmente o descolamento cerâmico por ser a anomalia mais incidente em fachadas, conforme citam

alguns estudos (SILVA, 2014) (BAUER; KRAUS; SILVA 2012).

O presente artigo se propõe discutir o sinergismo entre as causas, SIA, defeitos, e FPP que levam ao descolamento revestimentos de cerâmicas em fachadas de edifícios, pautado na necessidade de se estudar as anomalias sobre a ótica preditiva e preventiva, visando contribuição no planejamento de estratégias de manutenção e consequente durabilidade dos materiais e sistemas.

2 COMPORTAMENTO EM USO DAS FACHADAS

2.1 Desempenho em serviço das fachadas

A definição de desempenho está relacionada a capacidade de atendimento das necessidades dos usuários da edificação quanto à saúde, conforto, adequação ao uso e economia. A manutenção de edificações visa preservar ou recuperar o nível de desempenho mínimo, o qual pode ser reduzido pela deterioração dos seus componentes, ou por atualizações nas necessidades dos seus usuários (SILVA, 2014).

Há portanto uma relação direta entre desempenho e o tempo em vida de edifícios. A garantia de vida útil fica associada ao cumprimento de ações de manutenção estabelecidas, que deverão ser realizadas tão logo iniciado efetivo uso. Fatores diversos, tais como métodos construtivos, escolha dos materiais, exposição a agentes climáticos mais agressivos, utilização inadequada, assim como envelhecimento natural, interferem no tempo estimado de vida útil, por isso um plano de manutenção deverá prever a relevância de tais fatores e definir a periodicidade e método de ação preventiva ou corretiva.

Uma vez que as fachadas são a "pele" do edifício e um dos subsistemas mais importantes de um edifício, a análise de desempenho deve iniciar-se por análises particulares de cada componente constituinte deste subsistema e só depois proceder à análise global da fachada (MADUREIRA, 2011).

2.2 Degradação

De acordo com a norma ISO 15686-1 (2000), degradação define-se como sendo as mudanças na composição, microestruturas e propriedades de um componente ou material, provocando uma redução do seu desempenho ao longo do tempo. Pode-se associar a presença de anomalias a perda de desempenho do elemento/sistema e resultam sobremaneira do processo de degradação instalado.

Em geral, observa-se a atuação conjunta de vários agentes de degradação que produzem ciclos sucessivos de causa-efeito, dificultando a identificação dos mecanismos de degradação atuantes (reações químicas, mecânicas ou físicas que afetam as propriedades críticas dos elementos do edifício). Assim, a degradação pode ser expressa em termos de uma função de ação-reação, em que a degradação do material é função dos agentes ambientais (por exemplo, perda do material) ou uma função de

degradação (que tem em conta as anomalias) (FLORES-COLEN, 2009).

Para determinar a degradação faz-se necessário conhecer com rigor os mecanismos, ou seja a sequência de alterações prejudiciais ao elemento avaliado. A exposição do elemento aos fatores de degradação (exposição ambiental e biológica, erros de concepção, erros de utilização, manutenção inadequada, entre outros), favorecem o surgimento de uma sequência de alterações nas características químicas, físicas ou mecânicas do elemento (SILVA, 2014).

Cabe ressaltar que condições peculiares da edificação, como por exemplo: geometria e orientação das fachadas, condições climáticas (exposição a chuva dirigida) irão influenciar consideravelmente na análise de tais mecanismos, uma vez que o processo degradativo resulta de interações acumulativas de tais parâmetros.

2.3 Manutenção e vida útil

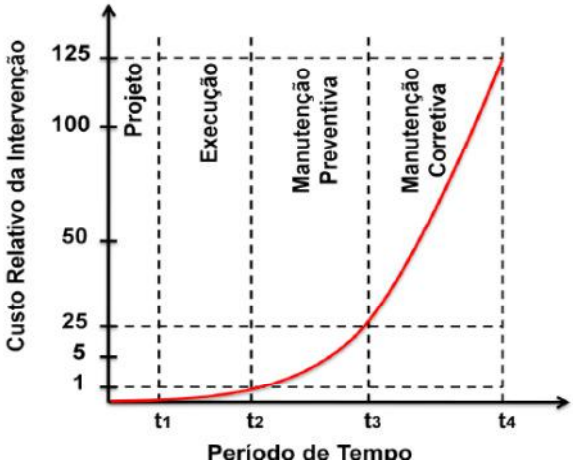
Flores-Colen (2009) apresenta diferencia as ações de manutenção como preventiva, ou seja planejada para manter o bom desempenho do sistema/componente; preditiva, quando inclui inspeções para avaliação do estado de degradação e desempenho dos componentes/sistema; e, reativa, quando o componente/sistema atingiu a ruptura. Essa última já indica portanto a não ocorrência de manutenções anteriores.

A NBR 5674:2012, apresenta os mesmos princípios para a caracterização de tipos de manutenção necessárias para a organização da gestão do sistema de manutenção de edifícios distinguindo-se em ações rotineiras (fluxo constante de serviços padronizados), ações corretivas (intervenção para continuidade do uso do sistema) e ações preventivas (programação de atividades relacionadas a durabilidade esperada).

O que se busca ao caracterizar tipos de manutenção é traçar o momento de atuação, favorecendo estratégias de manutenção que sejam efetivamente favoráveis a vida útil do sistema. Agindo preventivamente tem-se uma otimização e consequente redução nos custos com os reparos e/ou substituições. As medidas preventivas e preditivas representam ações proativas no controle de desempenho e vida útil do sistema.

A Lei de Sitter (SITTER, 1983) sistematiza que os custos devidos a intervenções tardias em estruturas ascendem em projeção geométrica de razão 5 em relação aos custos com medidas preventiva adotadas na etapa de projeto (Figura 1). É do senso comum que os custos das intervenções sobem quando se atrasa a correção das anomalias, sendo aconselhável atuar com a maior brevidade e se possível, agir na prevenção das mesmas.

Figura 1 - Lei de Sitter[13].



Fonte: Sitter (1983).

2.4 Planejamento da manutenção de fachadas

As fachadas e as coberturas são os elementos da envolvente dos edifícios que constituem a barreira fundamental para a proteção das agressões exteriores, principalmente as atmosféricas. A manutenção destes elementos durante a sua vida útil deve ter em conta a degradação em serviço e o desempenho esperado. Um plano de manutenção proativa deve conter toda a informação fundamental de modo a prevenir e monitorar o desempenho dos elementos da envolvente, programar ações de inspeção, limpeza, reparação e substituição que forem apropriadas para a resolução das anomalias em serviço. Tais planos são essenciais para implementação de estratégias proativas de manutenção durante a vida útil dos elementos/sistema (FLORES-COLEN, 2015).

Metodologias de avaliação in-situ (inspeção visual, medições auxiliares, ensaios – com recolhimento de amostras em campo) visam quantificar e caracterizar os resultados com a observância de variabilidade e influência de fatores relacionados a análise e ensaios. Considera-se a avaliação in-situ do desempenho de fachadas como atividade crucial para a prescrição das ações de manutenção e para aferição de eficácia, comparando-se desempenho especificado em projeto com desempenho em serviço (FLORES-COLEN, 2009).

Os planos manutenção visam essencialmente estabelecer ações e medidas a tomar (inspeção, limpeza, tratamento, intervenções, substituições), periodicidade que serão realizadas. Logo estão relacionados ao que se pretende fornecer ao elemento avaliado, seja em caráter preventivo, preditivo ou corretivo. Como ferramenta para definições de tais medidas, otimização nos custos destinados à manutenção cabe avaliações dos sintomas, ou avisos do surgimento de anomalias.

3 ASPECTOS DA PRÉ-PATOLOGIA

Os FPP consistem no anúncio do surgimento de anomalias que precocemente se estabelecem em um determinado componente da edificação e que, portanto, despertam a atenção para avaliação de sua evolução.

Motivada pela prevenção da degradação dos edifícios e consequente redução dos custos empregados com manutenção, avaliar o desenvolvimento das anomalias torna-se uma ferramenta relevante na gestão de manutenção dos edifícios. Os fenômenos que antecedem a anomalia são considerados como alertas da perda de desempenho e, necessitam ser considerados como instrumentos essenciais por parte de todos os agentes envolvidos na manutenção do edifício, permitindo intervir antecipadamente com uma metodologia adequadas de atuação (LOPES, 2005).

Nesse contexto a avaliação de tais sintomas, que poderão favorecer o surgimento de anomalias mais danosas ao sistema e consequente perda de desempenho, apresenta-se como ferramenta importante no planejamento de ações proativas.

O planejamento da manutenção se dará a partir do diagnóstico realizado de acordo com o sintoma ou a anomalia instalada no sistema, de modo que se torna possível eleger qual medida a ser tomada e sua periodicidade, tendo em vista a gravidade da situação. Ações preventivas, associadas a medidas preditivas podem reestabelecer os níveis de desempenho previstos e quando avaliadas e associadas à previsão de vida útil do elemento, correlação com as curvas de degradação, é possível otimizar a escolha da ação de manutenção visando a redução de custos com reparos e ações corretivas (FLORES-COLEN, BRITO, 2010).

3.1 Solução Indutora de Anomalias e Defeitos

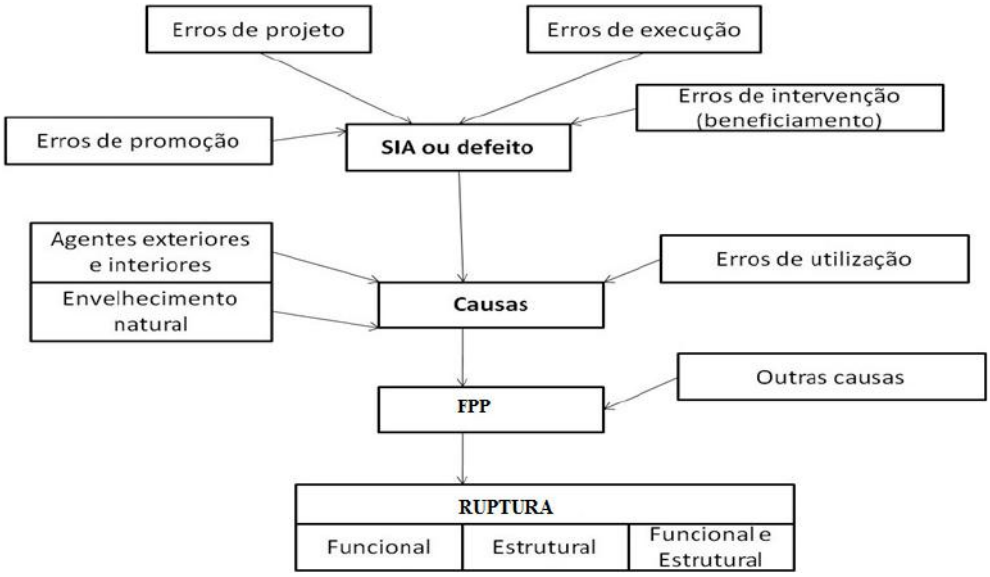
O sistema de revestimento cerâmico poderá apresentar como característica fator ou conjunto de fatores que irão favorecer o surgimento de anomalias, tal consideração é apresentada para definir Soluções Indutoras de Anomalias -SIA e defeitos, que tem sua origem em erros de concepção, execução e intervenção. Na SIA ainda não se verifica algum indício do aparecimento de anomalia, mas por suas características específicas, indica que provavelmente deverá dar origem a tais fenômenos. Como exemplos de SIA tem-se elementos construtivos que favorecem o surgimento de pontes térmicas, a geometria das peças, peitoril deficiente, pintura externa não permeável ao vapor de água, entre outros. Ressalta-se que uma anomalia poderá ter ou não uma SIA como consequência (LOPES,2005).

Os defeitos têm origem em causas humanas, ou seja, em erros de promoção, concepção, execução e intervenção, que por sua vez poderão levar ao aparecimento de anomalias. Defeito em um determinado elemento consiste no descumprimento de norma técnica, que poderá levar ou não ao

aparecimento de uma anomalia. Em suma, deverá afirmar-se que determinada solução construtiva apresenta um defeito se tiver como base um erro que viole procedimentos normativos vigentes, ou uma SIA caso não exista norma aplicável (LOPES, 2005).

A metodologia verificada na figura 2 permite uma compreensão ampla do sinergismo entre os diversos fatores que contribuem para o surgimento das anomalias. Enfatiza-se assim a importância de, na fase de projeto, buscar soluções construtivas que visem melhor desempenho e durabilidade, promovendo menor custo final do que se fossem realizadas intervenções na fase de execução ou de utilização do edifício.

Figura 2- Processo de perda de desempenho



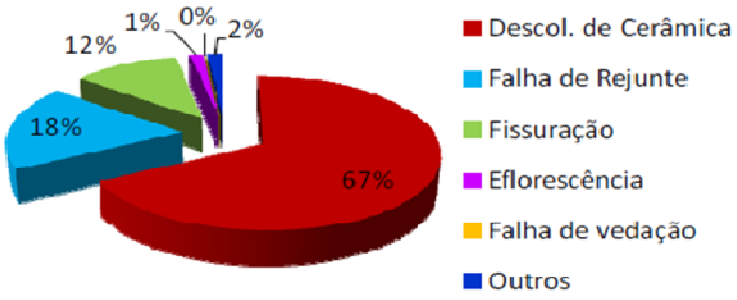
Fonte: Adaptado de CIB W86, Lopes(2005).

4 APLICAÇÃO DA AVALIAÇÃO DOS FPP AO DESCOLAMENTO CERÂMICO – MÉTODO DE PESQUISA

O presente artigo norteia-se nos conceitos apresentados por Lopes (2005) sobre os fenômenos que desencadeiam o surgimento de anomalias, soluções indutoras de anomalias e defeitos. Neste sentido buscou-se aprofundar em tais conceitos para desmembrar a origem da anomalias sobre estas definições e identificar o sinergismo e evolução a partir deles.

Foram utilizados estudos do Laboratório de Ensaio de Materiais (LEM) da Universidade de Brasília (UnB) em prédios residenciais no Distrito Federal, no que diz respeito a avaliação das condições da fachada dos edifícios com intuito da identificação de falhas e anomalias, diagnóstico e gravidade, bem como orientações em como proceder face às constatações levantadas. Foi possível identificar os tipos mais recorrentes de anomalias em fachadas com revestimento cerâmico, que são: descolamento cerâmico, falha de rejunte, fissuração, eflorescência e falha de vedação, conforme é mostrado na figura 3 (BAUER; KRAUS; SILVA, 2012).

Figura 3 - Ocorrência de anomalias nas fachadas dos edifícios



Fonte: Bauer; Kraus; Silva (2012).

Constatado o descolamento cerâmico como anomalia de maior incidência em fachadas, adotou-se esta anomalia para o presente estudo a fim de aplicar e exemplificar os conceitos mencionados com base na metodologia da figura 2.

O estudo sistematizado e inspeção detalhada sobre a origem da anomalia, permite classificar e apontar causas possíveis. Para definir uma SIA é importante observar a ocorrência de fatores como: fixação de elementos metálicos à fachada, que poderão descolorar a superfície; elementos construtivos da fachada (peitoris ou outros elementos) suscetíveis de acumularem sujidades e de originarem manchas de escorrimento na fachada; existência de vegetação próximo à fachada, sendo fator favorável ao desenvolvimento microbiológico; inexistência de batente de porta, de modo a evitar o choque da mesma com a fachada; inexistência de pintura resistente ao desenvolvimento de agentes biológicos em fachadas norte ou sombreadas em microclimas úmidos; utilização de sistemas não normatizados; intervenções em sistemas normatizados e geometria da fachada, entre outros fatores correlatos.

Desta forma, as SIA indicam situações que provavelmente levarão ao surgimento de anomalias. O que se configurar como um descumprimento relativo à norma vigente é classificado como defeito, e é desta maneira que ele se diferencia das SIA.

Assim, esta primeira análise permite separar as razões precípuas do surgimento da anomalia das suas causas, que são devido aos agentes exteriores e interiores, erros de utilização e o próprio envelhecimento natural. SIA, defeitos e causas interagem e podem dar início ao surgimento dos FPP.

Na figura 4 pode-se identificar a distinção entre defeito ou SIA, causas e FPP ou anomalias, associando-se a uma evolução e sinergismo entre eles, até se chegar numa anomalia ou uma forma de ruptura, desta forma é possível identificar mais rapidamente a origem do problema. Além dos SIA e defeitos, também fazem parte as causas, que podem ser devido a agentes exteriores e interiores, envelhecimento natural e erros de utilização.

5 CONSIDERAÇÕES E ANÁLISES

A falha de descolamento da cerâmica caracteriza-se pela existência de uma separação de contato entre o revestimento cerâmico e a argamassa de emboço. O descolamento geralmente não é um fenômeno rápido, acontece geralmente depois de passado o primeiro ano da ocupação do edifício, podendo se manifestar através de casos isolados ou em grandes painéis e ocorre com maior frequência nos primeiros e últimos pavimentos, provavelmente em função do maior nível de solicitação (estruturas em balanço e efeito de segunda ordem) a que estes estão sujeitos. Além destas causas, também podem ser citadas outras como o envelhecimento natural e os agentes interiores e exteriores, como contribuintes neste processo, sendo decorrentes de falhas ligadas a aspectos como especificação dos materiais, projeto e produção.

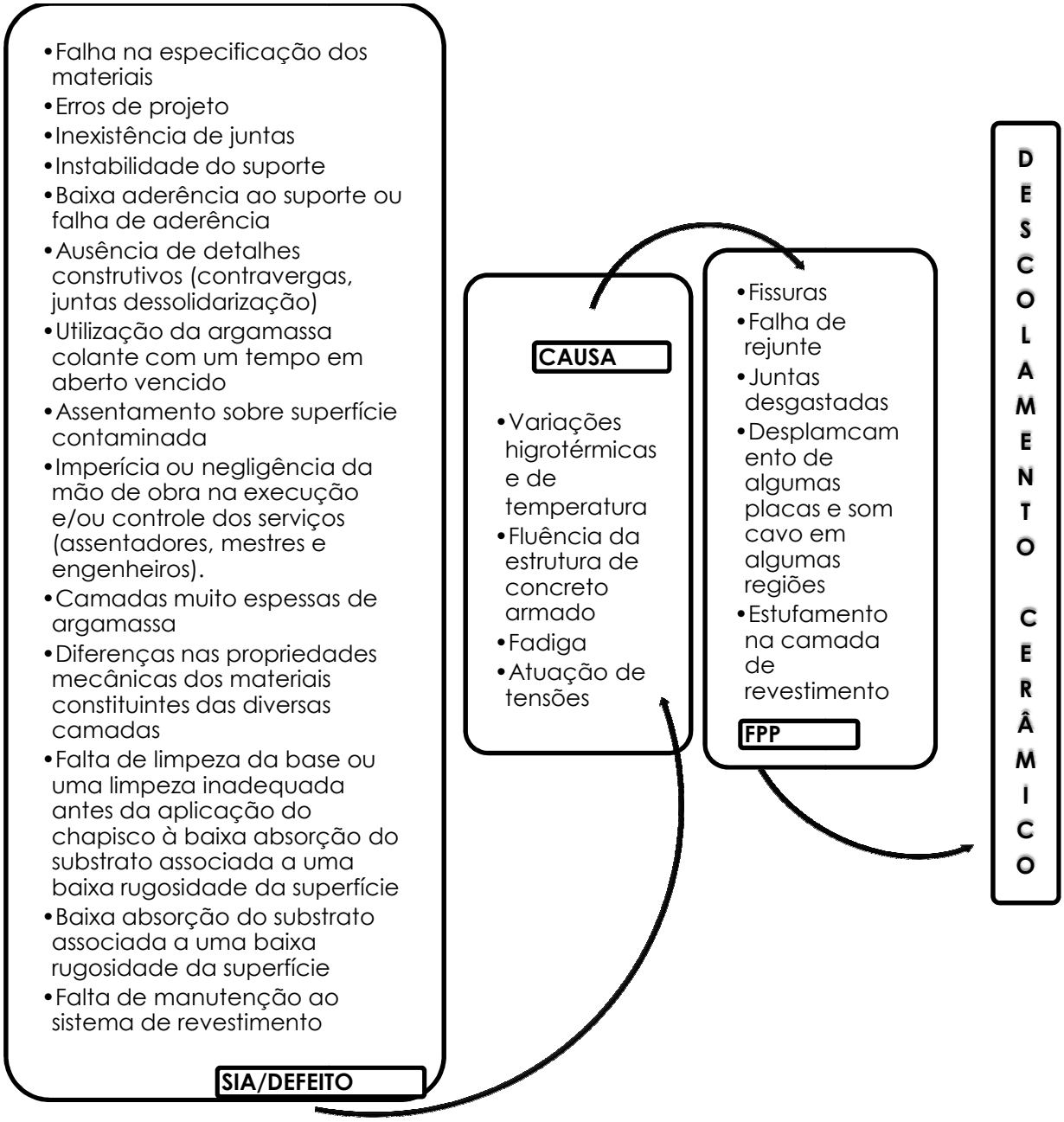
Dentre as ações que sinergicamente atuam para a evolução do descolamento cerâmico destacam-se a inadequada ancoragem do revestimento na base e a condição ambiental, onde o descolamento surge pontualmente em regiões que apresentam baixa aderência ou falhas de aderência, a partir da ultrapassagem do limite de aderência pelas tensões provocadas pela retração do pano de revestimento. Em um segundo momento esse local de descolamento se torna ponto de dissipação de tensões e vai aumentando conforme vão ocorrendo movimentações no revestimento (SILVA, 2014).

Na Figura 4 é possível classificar as principais SIA ou defeitos, causas e FPP que antecedem o descolamento cerâmico. Fissuração, falha de rejunte, pequenas regiões de desplacamento, entre os demais apontados como FPD, interagindo, resultarão no descolamento cerâmico. Ao classificar tais fatores é possível elaborar planos de ação, que poderão agir na fase de projeto, execução ou uso, assim como corroborar para o planejamento de ações proativas de manutenção.

Como causas do descolamento são citadas a instabilidade do suporte, devido à acomodação do edifício como um todo, deformação lenta (fluência) da estrutura de concreto armado, variações higrotérmicas e de temperatura, características um pouco resilientes dos rejuntes, ausência de detalhes construtivos (contravergas, juntas de dessolidarização, utilização da argamassa colante com um tempo em aberto vencido; assentamento sobre superfície contaminada e a imperícia ou negligência da mão de obra na execução e/ou controle dos serviços. (SILVA, 2014) (BAUER, 1987).

Entretanto, aplicando as definições de SIA/DEFEITOS às causas elencadas, em uma avaliação mais abrangente, é possível atribuir a tais fatores o descumprimento ou negligência a normas técnicas, assim como a recomendações de boas práticas da construção, a exemplo de tais defeitos tem-se: ausência de vergas e contravergas, inexistência de juntas, assentamento sobre superfície contaminada, entre outros citados na figura 4.

Figura 4 – Fluxograma do sinergismo das ações que corroboram para o Descolamento Cerâmico.



Fonte: Autores

A espessura do revestimento interfere consideravelmente na movimentação superficial do revestimento. Acredita-se que essa movimentação da argamassa poderá causar tensões que serão propagadas e armazenadas até chegar ao limite de resistência do revestimento causando, em seguida, o descolamento das camadas seguintes (argamassa colante e peças cerâmicas) devido a retração mais significativa observada nos ensaios foi produzida pela saída prematura de água da camada do revestimento, devido à evaporação intensa somada à absorção do substrato (PEREIRA,

2007).

O descolamento cerâmico está associado a outras anomalias que preliminarmente são apontadas como sintomas ou FPP, como representado na figura 4, que são as fissuras e falhas nas juntas, ou seja, as expansões e retrações por absorção e secagem de água, as variações térmicas, assim como as infiltrações de água pelas fissuras e por deficiência de estanqueidade das juntas que contribui para o aumento da ocorrência do descolamento, dessa forma confirmando-se a relação e necessidade de estudos que discutam as soluções indutoras de anomalias, defeitos e FPP. As SIA ou defeitos associados às causas tornam-se responsáveis pelo aparecimento de FPP e anomalias propriamente ditas, podendo levar à perda de desempenho do sistema.

6 CONCLUSÕES

Com base nas análises realizadas neste estudo, apresenta-se as seguintes considerações:

Os FPP, as SIA ou defeitos permitem avaliar o comportamento dos edifícios, anunciando de uma forma prematura ou de pré-aviso problemas que possam surgir, que permitem antecipar formas de manutenção, atuando, se possível, na origem dos problemas, prevenindo o aparecimento e desenvolvimento de anomalias, otimizando custos de intervenção e a vida útil dos elementos/sistema.

O planejamento da manutenção consiste em ações que visam garantir os níveis de desempenho e durabilidade para os quais o sistema foi concebido. Os FPP contribuem para o desenvolvimento de tais ações, uma vez que alertam para a perda de desempenho e surgimento da anomalia. Sua detecção contribui para prevenir e atuar antecipadamente, por meio de ações preventivas e preditivas, que incluem inspeções com periodicidades definidas. A Intervenção ocorrerá de acordo com desenvolvimento do FPP, exceto em circunstâncias específicas em que seja necessário ou se deseje atuar.

O conhecimento das SIA ou defeitos deverão dar aos projetistas uma escolha adequada de soluções na fase de projeto, de forma a sistematizar e evitar os principais erros de concepção, execução, utilização e manutenção. Favorece procedimentos que visem a durabilidade do elemento/sistema, otimização de soluções construtivas, construção de manual de utilização e manutenção. Todo esse contexto faz parte dos ganhos nos estudos das SIA e FPD.

7 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Ensaios de Materiais – LEM da Universidade de Brasília pela disponibilização de dados de levantamento de anomalias em edifícios de Brasília.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 5674:2012 Manutenção das edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção, Rio de Janeiro: 2012.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS NBR 15575-1:2013 - Edificações Habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: 2013.

BAUER, E. ; KRAUS, E.; SILVA, M. N. B., "Patologia e deterioração das fachadas de edifícios em Brasília – Estudo da quantificação de danos", PATORREB, 4º Congreso de patología y rehabilitación de edificios, Santiago de Compostela, Espanha, (2012).

BAUER, E.,"Resistência a Penetração da Chuva em Fachadas de Alvenaria de Materiais Cerâmicos – Uma Análise de Desempenho", Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1987.

CALEJO, R. *Gestão de edifícios Modelo de simulação técnico-económica*. Dissertação de Doutoramento, FEUP, 2001.

FLORES-COLEN, I. dos S., "Metodologia de avaliação do desempenho em serviço de fachadas rebocadas na óptica da manutenção predictiva",Tese de Doutorado, Universidade Técnica de Lisboa - Instituto Superior Técnico, 2009.

FLORES-COLEN I., F. et al,"Planos de Manutenção Pró-ativa da envolvente de edifícios",Conference: XIII Congreso Latinoamericano de Patología de la Construcción / XV Congreso de Control de Calidad en la Construcción, CONPAT, At Lisboa, Portugal, 2015

FLORES-COLEN, I.; BRITO, J., A systematic approach for maintenance budgeting of buildings façades based on predictive and preventive strategies, Construction and Building Materials 24 (2010) 1718–1729.

ISO 15686:2011, "Buildings and constructed assets- Service life planning - Part 1: General Principles. Geneva: International Organization for Standardization.

LOPES, T.J. O. L.,"Fenômenos de pré-patologia em manutenção de edifícios - Aplicação ao revestimento ETICS". Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, 2005.

MADUREIRA, S. S., Plano e manual de inspecção e manutenção de fachadas de edifícios correntes , Dissertação de Mestrado,Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2011.

PEREIRA, C. H.A.F.,"Contribuição ao Estudo da Fissuração, da Retração e do Mecanismo de Descolamento do Revestimento à Base de Argamassa", Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

SILVA. M. N. B., "Avaliação Quantiativa da Degradação e Vida ùtil de Revestimentos de Fachada - Aplicação ao Caso de Brasília", Tese de Doutorado, Universidade de Brasília, 2014.

SITTER, W.R. "Costs for service life optimization the Law of Fives". Comite Euro International du Beton – CEB. Boletim Técnico. Copenhagen, Denmark, n.152, p.131-134, 1983.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O USO DA TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA PARA DETECÇÃO DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS [1]

SILVA, Arthur José da (1); VIÉGAS, Diego José Araújo (2); PÓVOAS, Yêda Vieira (3)

(1) UPE, e-mail: arthur.j.s@hotmail.com; (2) UPE, e-mail: diegoaraujoviegas@hotmail.com; (3) UPE, e-mail: yeda.povoas@gmail.com

RESUMO

Em fachadas revestidas com placas cerâmicas, muitas vezes é necessário a realização de ensaios destrutivos para avaliação de seu desempenho, principalmente quando se é verificado o descolamento. Esta pesquisa tem por objetivo apresentar a termografia infravermelha como um possível método de avaliação não destrutivo, no qual imagens são captadas e, por meio de diferença de temperatura, áreas problemáticas são diferenciadas por apresentação de diferença de cores. A presente pesquisa baseou-se na observação e levantamento de manifestações patógicas de três fachadas do Bloco I da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco e de outra no Condomínio Edf. Internacional, vizinho à escola. Após a inspeção visual, foi realizada a análise da termografia infravermelha, de hora em hora, como objetivo de se obter as melhores imagens de acordo com a emissão de calor ao longo do dia, comparando o comportamento das fachadas dispostas em diferentes posições. Os resultados puderam indicar pontos onde havia problemas a partir da diferença de temperatura e revelar manifestações patológicas não aparentes. Verificou-se que as fachadas apresentavam quase os mesmos tipos de manifestações de acordo com a orientação das mesmas. Sendo assim, a termografia infravermelha demonstrou ser um método eficaz, rápido e que pode auxiliar no diagnóstico de manifestações patológicas nas edificações.

Palavras-chave: Termografia infravermelha. Manifestação patológica. Fachada.

ABSTRACT

In facades with ceramic tiles, it is often necessary to carry out destructive tests to evaluate its performance, especially when it is checked the detachment. This research aims to present the Infrared thermography as a possible method of non-destructive test, in which images are captured and, the problem areas are distinguished by color difference presentation. This research was based on observation and survey of pathological manifestations in three facades of the university and another in a neighboring building to the university. First, the visual inspection was done and afterwards, the infrared thermography at each hour to obtain the best images under the emission of heat throughout the day, comparing the behavior of facades arranged in different positions. The results might indicate points where there were problems from the temperature difference and reveal hidden pathological manifestations. It was found that the facades had almost the same kinds of events according to their orientation. Therefore, the infrared thermography has demonstrated to be an effective and rapid method that can facilitate the diagnosis of pathological manifestations in buildings.

[1] SILVA, Arthur José da; VIÉGAS, Diego José Araújo; PÓVOAS, Yêda Vieira. O uso da termografia infravermelha para detecção de manifestações patológicas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Infrared thermography. Pathological manifestation. Facade.*

1 INTRODUÇÃO

As manifestações patológicas podem gerar desconforto e risco, tanto para as pessoas que utilizam diretamente o empreendimento quanto para os transeuntes de seu entorno. Além disso, podem reduzir a vida útil da edificação (MARANTE, 2012).

A detecção das manifestações patológicas se torna mais ágil, eficaz e não destrutiva ao se utilizar a câmera termográfica, que é uma ferramenta interessante para realizar a inspeção.

A palavra "termografia" é proveniente da junção de duas palavras gregas, *therme* que quer dizer calor, e *grafia* que é a escrita. Entende-se por uma técnica ou um método que permite mapear uma região a partir de certa diferença de temperatura que a superfície emite, já que todo corpo acima do Zero Absoluto emite radiação, permitindo a visualização a partir do espectro infravermelho (CORTIZO, 2007).

A figura gerada é chamada de termograma ou imagem térmica. A emissão da radiação infravermelha dos objetos é o que torna possível a obtenção das imagens sem contato (ITC, 2014).

Segundo Tarpani et al. (2009), os termogramas exibem as diferentes temperaturas de um determinado local da amostra na forma de gradientes de coloração (escala policromática) ou de tonalidades de cinza (escala monocromáticas).

A termografia ainda é pouco utilizada na construção civil para identificar manifestações patológicas. A identificação pode ser feita devido à dissipação do calor quando algum defeito é encontrado, pois a partir da dissipação das ondas de calor, uma diferença de temperatura irá surgir e a leitura a partir da câmera termográfica pode ocorrer. Dessa forma, o presente trabalho visa apresentar a utilização da termografia infravermelha como proposta para inspecionar fachadas revestidas com placas cerâmicas a fim de localizar anomalias não aparentes, possibilitando que se façam intervenções necessárias para evitar danos maiores a edificações.

2 MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS EM FACHADAS

A palavra "patologia" vem da junção de duas palavras gregas: *pathos* (sofrimento ou doença) e *logia* (estudo), ou seja, a patologia é um ramo da ciência que estuda as diferentes doenças, indicando suas causas e como se apresentam.

Na área da engenharia civil a patologia nas edificações vem estudar todas as falhas construtivas que, por algum motivo, aparecem na edificação e prejudicam o seu correto funcionamento, seja ele estrutural, funcional ou estético.

Cada material que constitui uma edificação possui um diferente coeficiente

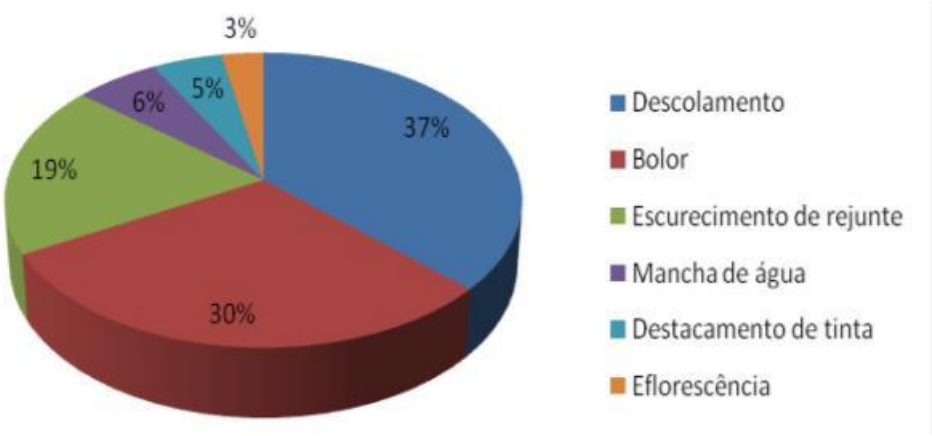
de dilatação térmica. Isso significa que cada material irá se deformar de forma diferente de acordo com a ação da temperatura. É justamente no contato entre os materiais que essa diferença de dilatação pode provocar o aparecimento de manifestações patológicas (SILVA, 2015).

No caso das fachadas revestidas com cerâmica, a interação entre o substrato, a placa cerâmica, a argamassa e o rejunte deve ser de forma harmoniosa a fim de que não cause, por exemplo, descolamentos e trincas devido às tensões de tração que são ocasionadas em todo o conjunto.

O aparecimento destas manifestações patológicas passa uma impressão de que a edificação foi mal construída, que não existe manutenção periódica ou que ainda pode oferecer algum risco. Outrossim, tais manifestações geralmente ocorrem ao mesmo tempo já que as fissuras e/ou trincas são caminho de entrada de umidade e temperatura para o interior do revestimento, favorecendo o aparecimento de manchas e o fenômeno do descolamento do revestimento.

Em uma pesquisa realizada na cidade do Recife, a principal manifestação patológica encontrada em fachadas de edificações foi o descolamento do revestimento cerâmico, que alcançou 37%, seguido do bolor (30%), escurecimento de rejunte (19%), mancha de água (6%), destacamento de tinta (5%) e eflorescência (3%) (Figura 1) (MATIAS; PÓVOAS, 2009).

Figura 1 – Principais patologias encontradas em pesquisa



Fonte: Matias; Póvoas (2009)

3 A TERMOGRAFIA INFRAVERMELHA

Segundo Cortizo (2007 apud TAVARES, 2004), alguns conceitos de termografia são amplamente definidos por alguns pesquisadores da área:

- Willians et al. (1980) – de acordo com o autor, a termografia pode ser descrita como sendo um ensaio térmico não destrutivo, utilizado na obtenção do perfil de temperatura superficial em estruturas e, subsequentemente, a correlação da informação obtida com algumas imperfeições internas;
- Krapez et al. (1994) – definiram o ensaio térmico não destrutivo como uma técnica de diagnose, que avalia o comportamento temporal do campo de temperatura superficial de uma estrutura excitada

termicamente;

- Giorleo et al. (2002) – de acordo com o autor, a termografia é uma técnica não destrutiva, bidimensional, utilizada na medição do campo de temperatura da superfície de todos os tipos de materiais;
- Sakagami et al. (2002) – afirmam que a termografia é uma das mais poderosas técnicas de medição de temperatura sem contato.

De acordo com Tavares (2006 apud MALDAGUE, 2001), a termografia pode ser dividida em dois tipos, segundo a fonte estimulante de calor:

- Termografia passiva: onde o material contém uma parcela de calor armazenada ou recebe estímulo de uma fonte natural (energia solar);

- Termografia ativa: necessita de uma fonte externa de estímulo de calor sobre o material.

Na termografia passiva, de acordo com Viégas (2015), deverá existir uma diferença de temperatura entre a superfície ou objeto analisado e o ambiente no qual ele se apresenta.

Este tipo de análise confere ao observador mais características qualitativas que quantitativas, o que faz com que o resultado obtido seja de análise daquele que coleta as informações. É o tipo de inspeção que é mais utilizada nas áreas de manutenção preventiva e preditiva, instalações elétricas e processos industriais.

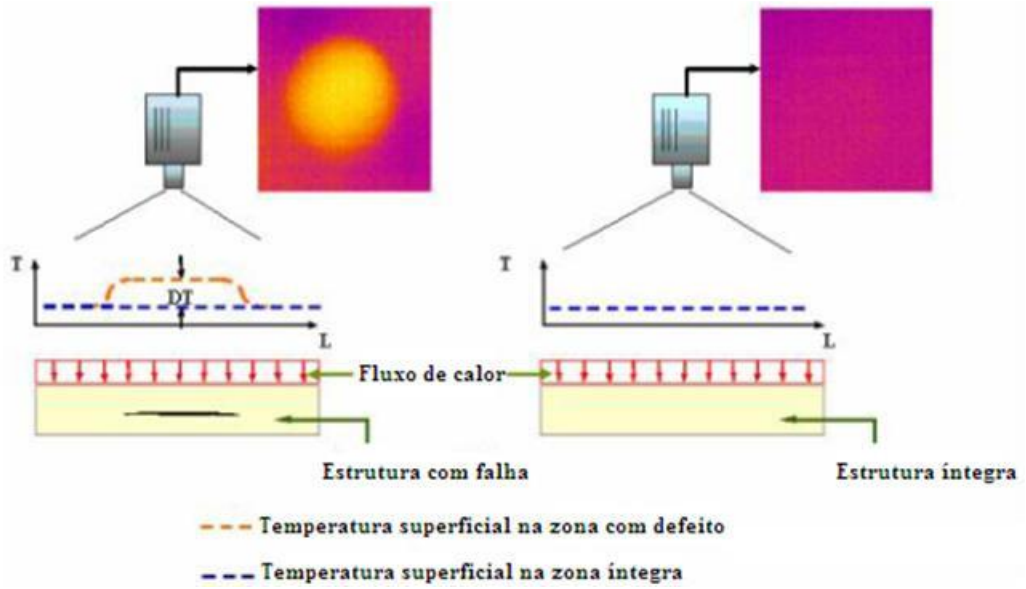
Sobre o uso mais específico da termografia nas edificações para identificação de problemas, Tavares (2006) comenta que:

> Titman (2001) emprega esta metodologia não só na localização de perdas de calor pontuais na estrutura (provocada, por exemplo, por defeitos em juntas), mas, também, na identificação de tubulações de água quente, tubulações de ar condicionado, dentre outras. No caso de avaliações prediais utilizando-se termografia passiva, a análise pode ser feita tanto no período de aquecimento (do início da manhã até o horário de maior incidência solar), quanto do resfriamento (do horário de maior incidência até o anoitecer).

Na termografia ativa deseja-se coletar imagens com mais características quantitativas que qualitativas. Na literatura há alguns relatos do uso da termografia ativa para a identificação de estruturas e falhas não visíveis. A partir desses estudos, comprovou-se que houve um maior potencial, tanto de quantidade quanto de qualidade, nas verificações dos defeitos encontrados (CORTIZO, 2007).

Na Figura 2 pode ser visto um exemplo de como a termografia irá apresentar uma imagem quando um corpo apresenta uma falha. Na imagem da esquerda, mostrando uma superfície com falha, a imagem termográfica evidencia a diferença de temperatura, através da diferença de cores, indicando um local com defeito. Na imagem da direita, é apresentada uma superfície íntegra, o que é confirmado pela imagem termográfica que apresenta uniformidade na coloração, o que indica uma superfície sem defeito.

Figura 2 – Representação da termografia apresentando superfície com e sem defeito



Fonte: Tavares (2006 apud Andrade, 2000)

4 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento desta pesquisa alguns procedimentos foram tomados a fim de se detectar manifestações patológicas com o uso da termografia infravermelha.

Primeiramente foram observados a localização, a área, o horário de incidência solar e as manifestações patológicas visíveis nas fachadas escolhidas.

Posteriormente foi feita a análise termográfica por infravermelho das fachadas do Bloco I da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI-UPE) e de uma fachada do Condomínio Edifício Internacional, edificação ao lado da POLI-UPE, de hora em hora, das 7 às 18 horas, com o objetivo de se obter as melhores imagens de acordo com a emissão de calor ao longo do dia (termografia passiva).

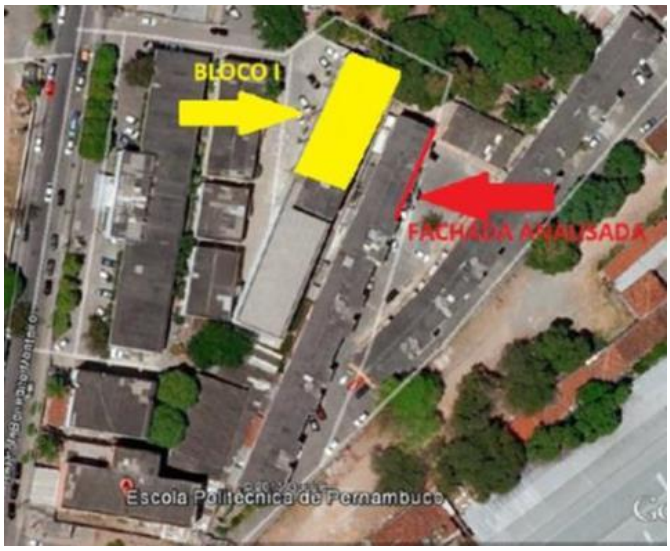
4.1 Caracterização do local estudado

A Figura 3 apresenta a localização do Bloco I da Escola Politécnica da Universidade de Pernambuco (POLI-UPE) situada à Rua Benfica, 455, na cidade de Recife.

As fachadas estudadas do Bloco I foram nomeadas em fachadas A, B e C, e estão a noroeste, nordeste e sudeste, respectivamente (Figura 4).

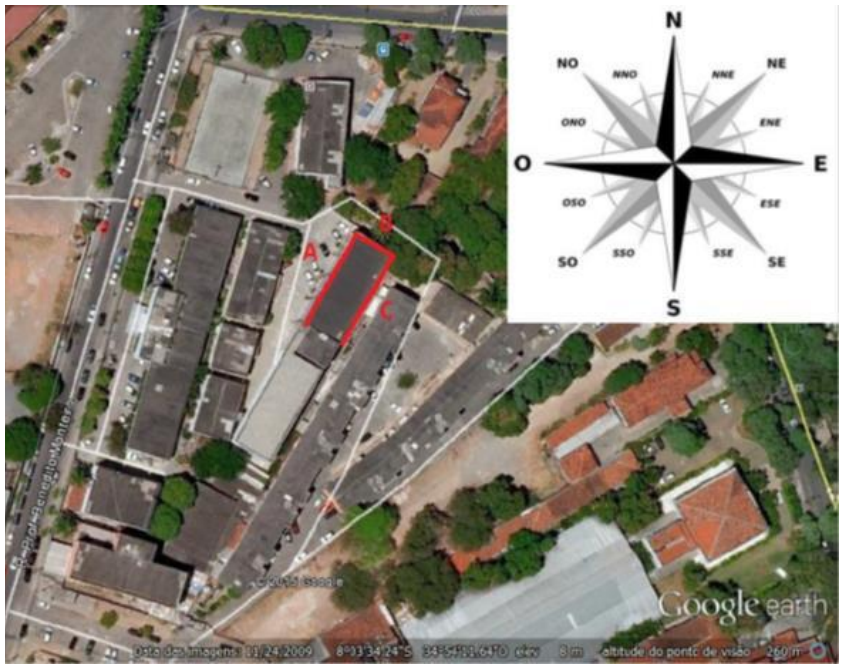
Além destas fachadas, foi realizado um estudo comparativo entre a fachada C e uma das fachadas do Condomínio Edifício Internacional, edificação ao lado do Bloco I da POLI-UPE, indicada na Figura 3.

Figura 3 – Localização do Bloco I da POLI-UPE e da fachada estudada do Condomínio Edifício Internacional



Fonte: https://maps.google.com.br/

Figura 4 – Localização das fachadas estudadas do Bloco I da POLI-UPE



Fonte: https://maps.google.com.br/

4.2 Realização da análise por termografia infravermelha

Inicialmente foi realizada uma inspeção visual para verificar possíveis pontos de ocorrência de manifestações patológicas. Posteriormente foi feita análise por termografia passiva, utilizando-se a câmera termográfica FLIR E-60.

As fachadas foram analisadas a partir de uma distância de aproximadamente 7 metros, que foi estipulada como a melhor distância para visualizar os alvos inspecionados e obter as imagens. Os termogramas

foram captados das 7 às 18 horas nas fachadas B e C e das 11 às 18 horas na fachada A, pelo motivo de a mesma não receber incidência solar nas primeiras horas da manhã, inviabilizando a observação de manifestações patológicas a partir da termografia.

Para observar como a fachada se comportava ao longo do dia e indicar o melhor horário para captação das imagens, foi definido um ponto com manifestação patológica a ser observado termograficamente.

Antes de iniciar a obtenção dos termogramas os seguintes passos foram concluídos: ajuste do foco da câmera; observação dos dados de entrada para a câmera, como umidade relativa e temperatura atmosférica; e determinação da emissividade.

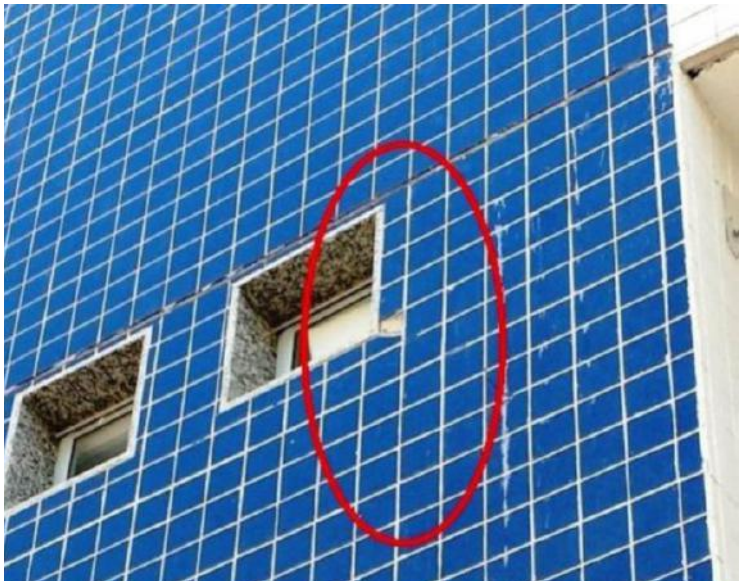
A umidade relativa e a temperatura atmosférica foram obtidas por um termohigrômetro. A emissividade foi determinada fazendo uso de uma fita preta padrão, de emissividade conhecida. Foi medida a temperatura no ponto da fita e logo após, em uma região próxima da mesma. A emissividade foi alterada até que a temperatura registrada na área da fita fosse igual à temperatura nos arredores.

5 ESTUDO DE CASO

5.1 Fachada A

No momento da inspeção visual pôde ser observada a presença de manifestações patológicas como, por exemplo, formação de bolor e mofo no rejunte, trincas e descolamento de placas cerâmicas. Os descolamentos, em sua maioria, estão próximos às janelas existentes, evidenciando uma angulação de 45° (Figura 6).

Figura 6 – Visualização de trinca e descolamento de placa cerâmica próxima à janela

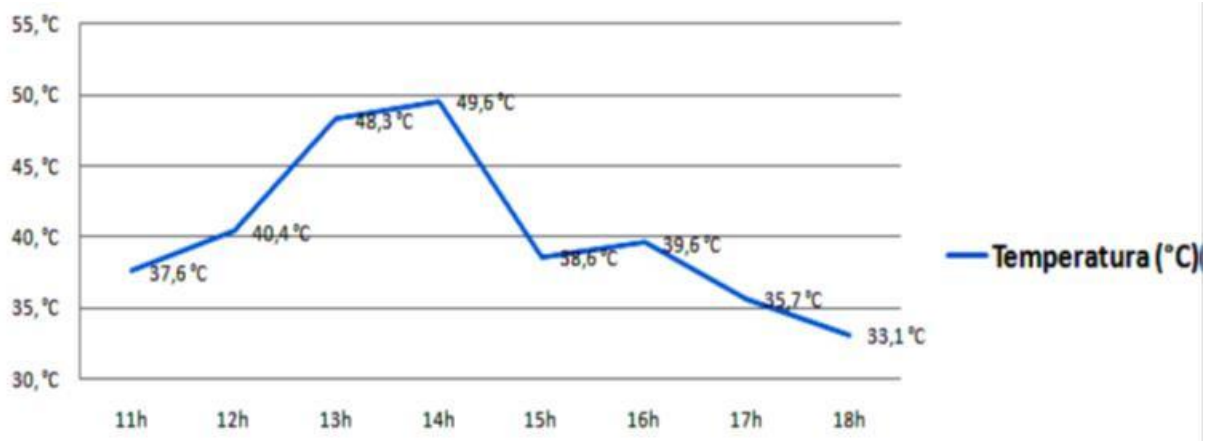


A fachada "A", revestida com placa cerâmica azul e branca, está situada a noroeste e não recebe incidência solar pela manhã. A incidência solar é recebida apenas à tarde. Por esta razão, a captação das imagens termográficas foi realizada das 11 às 18 horas a uma distância de, aproximadamente, 7 metros do alvo.

A emissividade determinada pelo método da fita preta apresentou os seguintes valores: 0,84 para a placa cerâmica azul e 0,94 para a placa cerâmica branca.

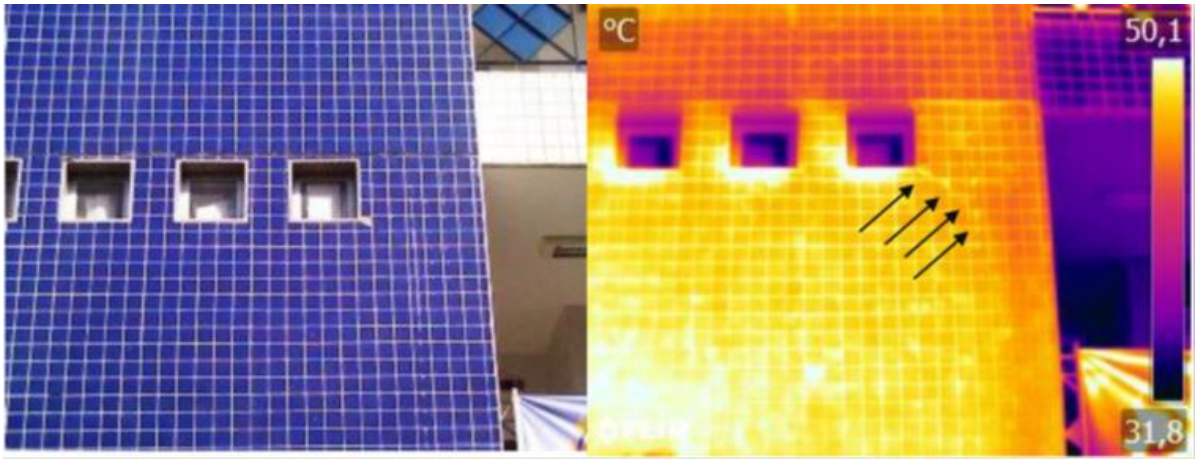
O melhor período para realização da análise termográfica e visualização das manifestações patológicas foi entre 14 e 15 horas. A Figura 7 mostra que este horário representa um momento de resfriamento da fachada logo após indicar sua máxima temperatura, por volta das 14 horas.

Figura 7 – Temperatura da fachada A ao longo do dia



Através do termograma da Figura 8 foi possível notar que a trinca tem extensão maior do que aparenta, atestando a eficácia do ensaio em detectar patologias além das que estão visíveis.

Figura 8 – Visualização de trinca através de fotografia comum (a) e através da termografia infravermelha (b)



(a) (b)

5.2 Fachada B

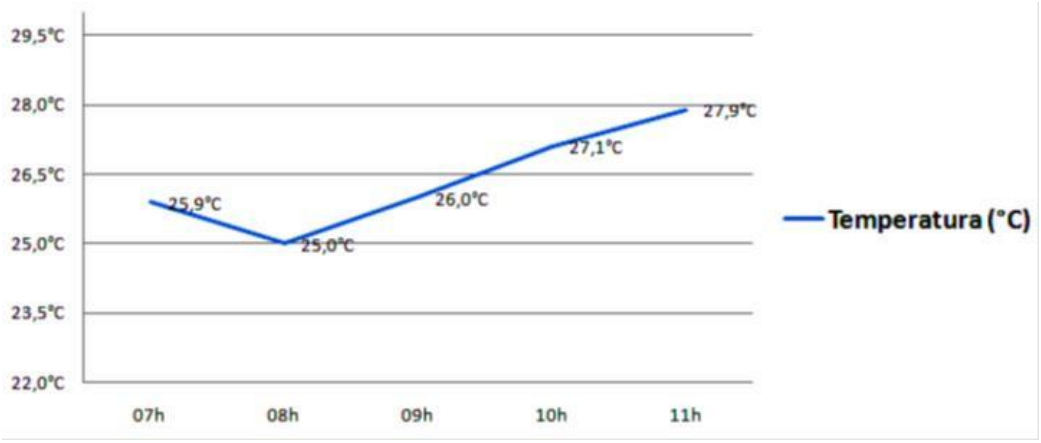
Na inspeção visual não foram encontradas manifestações patológicas em grande quantidade, a não ser a presença de trincas em pontos variados.

A fachada "B" é revestida de placa cerâmica azul e se apresenta na forma de um paredão sem vãos abertos, ou seja, sem janelas. A sua orientação a nordeste garante iluminação solar desde as primeiras horas do dia, o que garante o aquecimento da fachada durante o período da manhã e o seu resfriamento durante a tarde. A captação das imagens termográficas foi realizada das 7 às 18 horas a uma distância de, aproximadamente, 7 metros do alvo. Nesta fachada foi necessário inclinar a câmera para obtenção das imagens.

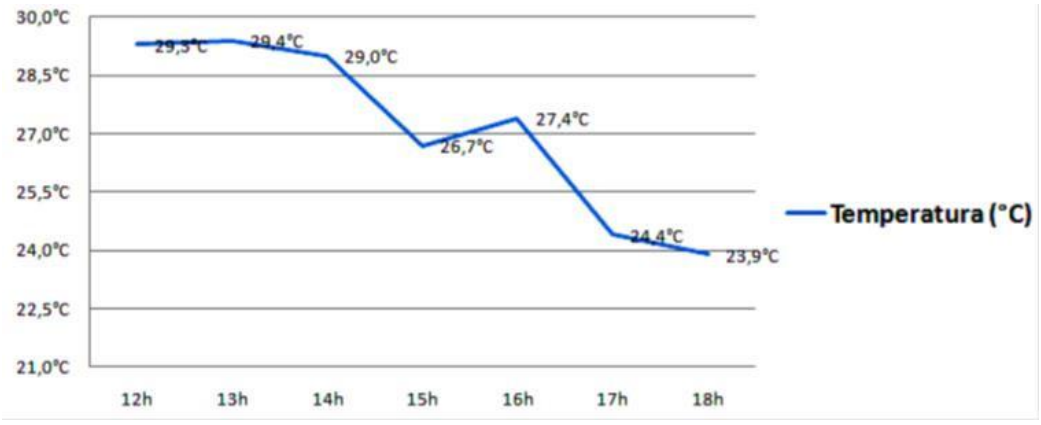
A emissividade determinada pelo método da fita preta foi de 0,84.

A partir da observação das imagens e da verificação da temperatura em um mesmo ponto, foi notado que os melhores horários para captação dos termogramas foram das 9 às 10 horas, por apresentar maior ganho de temperatura, evidenciando melhores imagens e com melhor nitidez; e das 14 às 15 horas, momento em que a fachada passa pelo resfriamento (Figura 9).

Figura 9 – Temperatura da fachada B (a) pela manhã; (b) à tarde



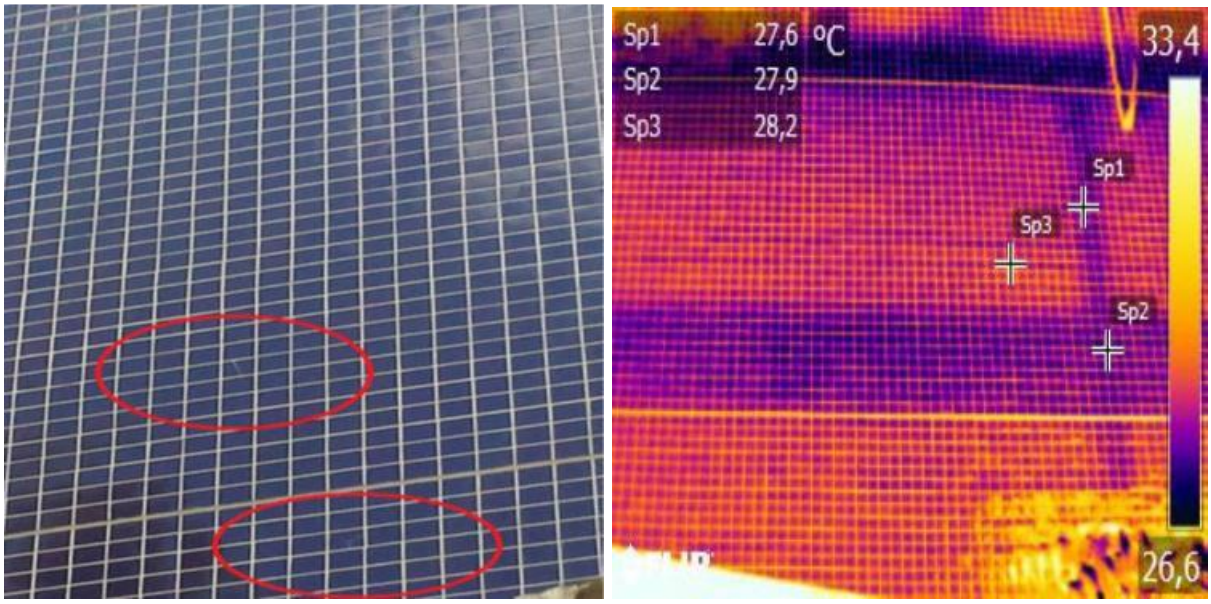
(a)



(b)

Neste caso não foi possível, através da termografia, a observação das trincas na cerâmica, conforme observadas pela inspeção visual. Pode-se justificar esse fato devido a fatores como a distância de captação, ao tamanho das trincas e à angulação entre o equipamento e a fachada analisada (Figura 10).

Figura 10 – Visualização de trinca através de fotografia comum (a) e não visualização através da termografia infravermelha (b)



(a) (b)

5.3 Fachada C

Na inspeção visual foram observados alguns descolamentos de placa cerâmica, bem como formação de bolor e mofo no rejunte.

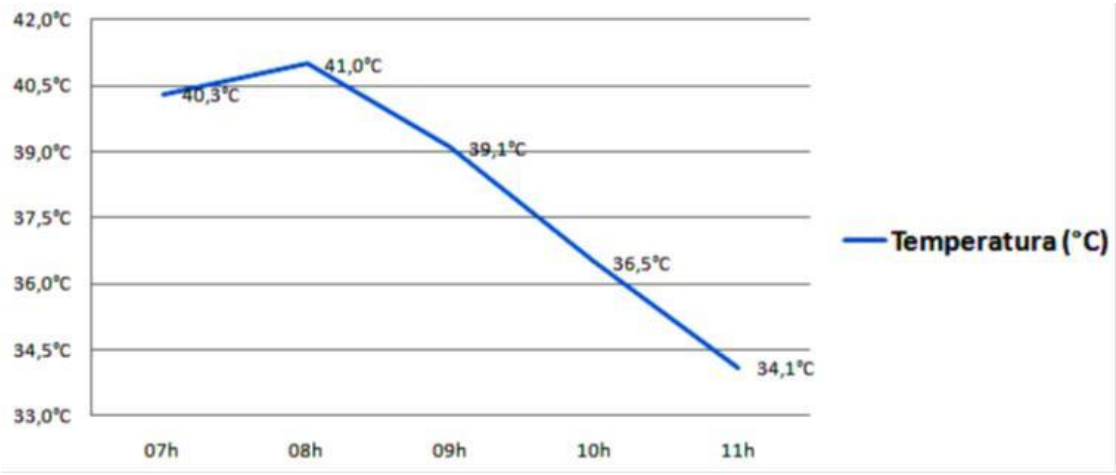
A fachada "C" é revestida de placa cerâmica branca e azul e apresenta uma densa quantidade de janelas de correr provenientes das salas de aula. Ao lado desta fachada existe um prédio que em determinado horário do dia provoca sombra na mesma, ocasionando uma diminuição de temperatura nessas áreas. A captação das imagens termográficas foi realizada das 7 às 18 horas a uma distância de, aproximadamente, 7 metros do alvo, na placa cerâmica branca. Nesta fachada foi necessário inclinar a câmera para obtenção das imagens.

A emissividade determinada pelo método da fita preta foi de 0,94.

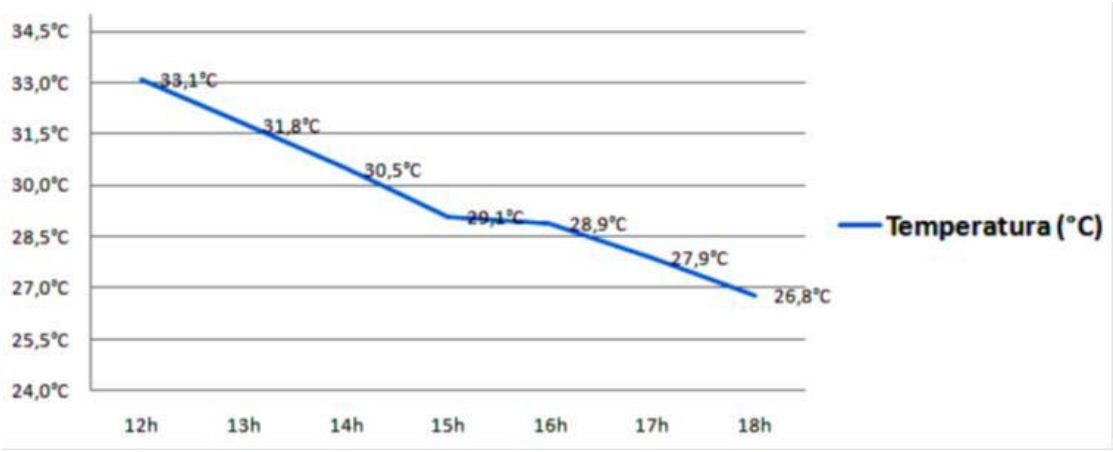
A partir da observação das imagens e da verificação da temperatura em um mesmo ponto foi notado que o melhor horário de captação das imagens, no período da manhã, foi das 9 às 10 horas, e o melhor horário no período da tarde foi das 14 às 15 horas (Figura 11). Apesar de ser uma fachada com orientação nordeste, o que garante boa iluminação solar durante a manhã, uma edificação muito próxima impede que haja

incidência solar a partir de determinado horário, o que provavelmente causa um resfriamento antecipado da fachada. No período das 14 às 15 horas há a maior diminuição da temperatura em um intervalo de 1 hora, 1,4°C, ou seja, foi o período que mais conferiu liberação de calor no período, conferindo o melhor horário para a captação das imagens.

Figura 11 – Temperatura da fachada B (a) pela manhã; (b) à tarde



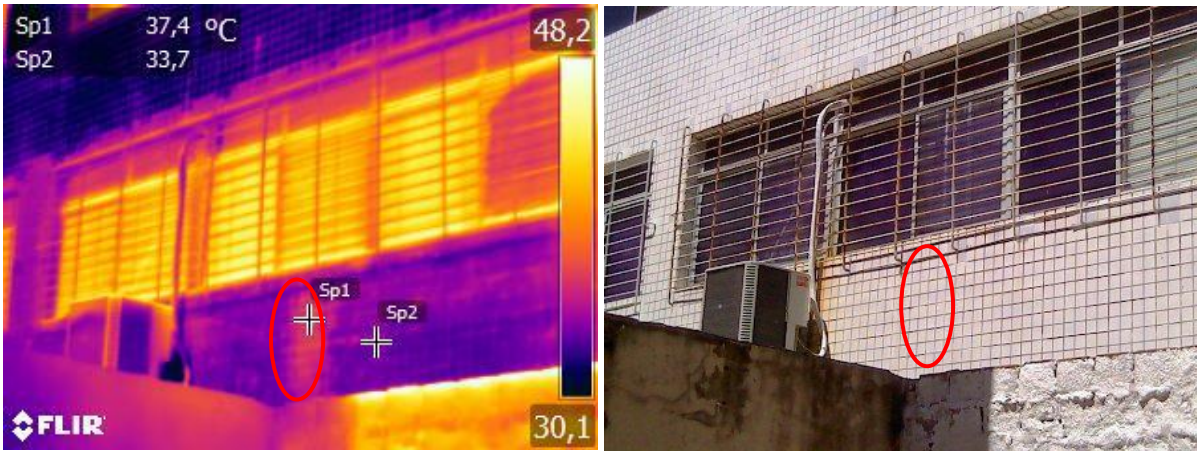
(a)



(b)

A partir dos termogramas obtidos pôde-se verificar a presença de algumas manifestações patológicas. Na Figura 12a há a diferença de temperatura entre uma pequena área e a área ao redor, o que pode evidenciar a presença de algum defeito. Nota-se, entretanto, que visivelmente não se consegue observar nenhum problema (Figura 12b), o que pode ser um indício de alguma manifestação patológica não aparente, como um descolamento de placa cerâmica, tanto pela forma que se apresenta na imagem térmica, quanto pela predisposição desta fachada sofrer esse tipo de manifestação, já que outros pontos de descolamento haviam sido observados. Vale ressaltar que esse defeito só foi possível de ser observado das 9 às 10 horas, que foi exatamente o melhor horário para captação das imagens. Devido à altura do local e à dificuldade de acesso, não foi possível a realização de ensaio complementar para saber se a área em evidência apresentava som cavo ou não.

Figura 12 – Termograma indicando possível presença de manifestação patológica (a) e fotografia mostrando que não há defeitos visíveis (b)



(a) (b)

5.4 Comparativo entre fachada C e fachada do Condomínio Edf. Internacional

Visando melhor entendimento da fachada C e de seu comportamento quanto às suas manifestações patológicas, foi realizado um estudo complementar em uma das fachadas do Condomínio Edf. Internacional, que fica adjacente à POLI.

A fachada observada obedece à mesma orientação da fachada C, portanto, apresentam praticamente as mesmas condições climáticas. O que difere são fatores como a incidência de sol e chuva, que são maiores que no Bloco I, já que o Condomínio Edf. Internacional serve como uma espécie de anteparo para a fachada da universidade.

Durante a inspeção visual pôde ser verificado que a ocorrência de descolamento de placa cerâmica vermelha era massiva na fachada do edifício (Figura 13).

Figura 13 – Visualização de descolamento de placa cerâmica vermelha

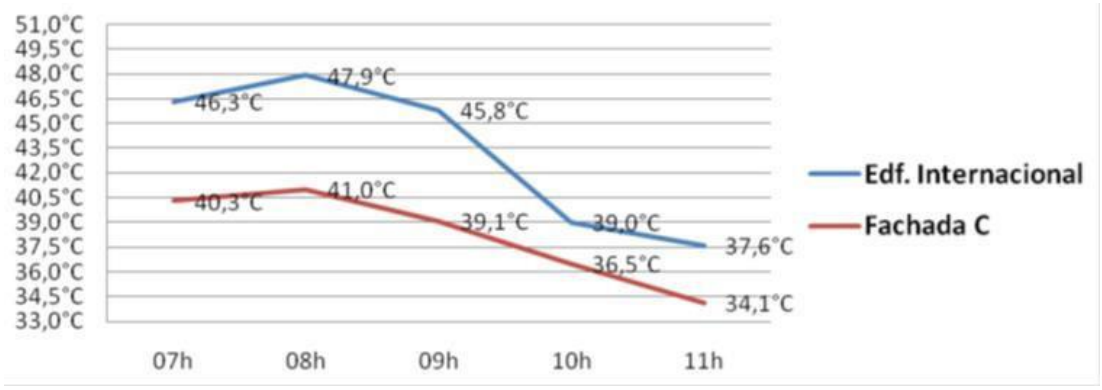


A captação das imagens termográficas foi realizada das 7 às 18 horas a uma distância de, aproximadamente, 7 metros do alvo.

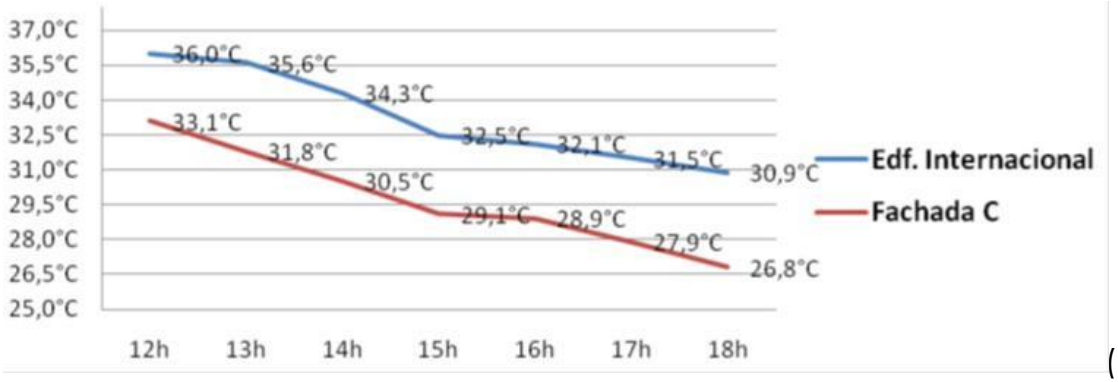
A emissividade determinada pelo método da fita preta foi de 0,93 para a placa cerâmica de coloração avermelhada e de 0,88 para o revestimento em pedra natural.

O comportamento da curva do aquecimento e resfriamento ao longo do dia em um mesmo ponto para as duas fachadas foi muito semelhante, diferenciando apenas na temperatura, que foi observada mais elevada no condomínio que na universidade (Figura 14). O motivo provável é a maior incidência direta de sol no período de aquecimento da fachada do Edf. Internacional. Os melhores horários para captação dos termogramas foi das 9 às 10 horas e das 14 às 15 horas.

Figura 14 – Comparativo da temperatura da fachada C do Bloco I e da fachada do Edf. Internacional (a) pela manhã; (b) à tarde



(a)



(b)

Foi observada uma área com temperatura mais elevada nas imediações dos descolamentos que foram visíveis (Figura 15). Para verificar se existia descolamento ou não, foi realizado ensaio de percussão para atestar a ocorrência de som cavo, o que caracterizou o descolamento da placa cerâmica.

Dessa forma, é possível afirmar que a fachada C não apresenta um comportamento isolado na questão dos descolamentos, pois a fachada do Condomínio Edf. Internacional apresenta, em grau bem maior, os mesmos

tipos de manifestações patológicas. A questão da orientação geográfica, ligada à incidência de sol e chuva e da manutenção, provavelmente foram essenciais para que os mesmos tipos de manifestações ocorressem nas edificações próximas.

Figura 15 – Local que visivelmente não apresenta manifestação patológica (a) e região de temperatura mais elevada indicando um descolamento (b)



(a) (b)

6 CONCLUSÕES

A termografia infravermelha se apresentou como um método não destrutivo passível de ser utilizado para verificação de descolamento de placas cerâmicas, antes mesmo de elas se tornarem visíveis, o que lhe dá uma boa vantagem para que medidas e correções sejam efetuadas com antecedência.

Para que os termogramas forneçam boas imagens, alguns parâmetros devem ser analisados como a umidade, a temperatura ambiente e a emissividade do objeto. O melhor período para análise é aquele em que há maior liberação de calor pelo objeto, e não o período onde há o pico de temperatura.

Ao comparar duas fachadas com mesma orientação geográfica e com mesma incidência de sol e chuva, verificou-se que as mesmas apresentavam o mesmo desempenho de aquecimento e resfriamento ao longo do dia, e problemas patológicos semelhantes, notando-se agravantes devido à cor do revestimento utilizado.

A termografia infravermelha demonstrou ser um método rápido, eficaz e bastante útil para a área da engenharia civil.

REFERÊNCIAS

CORTIZO, E.C. **Avaliação da técnica de termografia infravermelha para identificação de estruturas ocultas e diagnóstico de anomalias em edificações**: ênfase em edificações do patrimônio histórico, 2007. Tese (Doutorado em

Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2007.

MARANTE, M. I. Para onde caminha a gestão da energia em grandes edificações. **Revista Infra**, ed. 137, Abr. 2012.

MATIAS, G.A.; PÓVOAS, Y. V.. **Estudo de métodos construtivos e materiais aplicados no revestimento cerâmico em fachadas de edificações**. 2009. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Pernambuco. 2009.

SILVA, A. J. **Análise de infravermelho para detecção de manifestações patológicas no prédio da Poli UPE**. 2015. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Engenharia Civil) - Universidade de Pernambuco. 2015.

TARPANI, J.R.; ALMEIDA, E.G.R. de; SIMENCIO, E.C.A.; MOTA, L.P.; PAZ, J.H.A.A. Inspeção termográfica de danos por impacto em laminados de matriz polimérica reforçados por fibras de carbono. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, São Carlos, v. 19, n. 4, p. 318-328, 2009.

TAVARES, S.G. **Desenvolvimento de uma metodologia para aplicação de ensaios térmicos não destrutivos na avaliação da integridade de obras de arte**, 2006. Tese (Doutorado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

VIÉGAS, D.J.A. **Utilização da termografia infravermelha em fachadas para cerificação de descolamento de revestimento**. 2015. Dissertação (Mestrado – Construção Civil) Universidade de Pernambuco, Escola Politécnica, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

DESAFIOS E CONTRIBUIÇÕES: ESTUDO DE DEGRADAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES POR MEIO DE SIMULAÇÃO HIGROTÉRMICA[1]

ZANONI, Vanda (1); SÁNCHEZ, José Manoel (2); BAUER, Elton (3)

(1) UNB, e-mail: vandazanoni@unb.br; (2) UNB, e-mail: sanchez@unb.br; (3) UNB, e-mail: elbauerlem@gmail.com

RESUMO

Os processos que envolvem a degradação dos sistemas de fachadas das edificações são complexos. Devido à sinergia entre os agentes e mecanismos de degradação e os elementos de fachada, nem sempre é possível estudá-los somente no ambiente controlado do laboratório de ensaios ou nos estudos de campo. Por isso, as simulações computacionais, assim como as inspeções prediais e as experimentações laboratoriais, devem ser complementares, tornando-se um conjunto de recursos necessários para que se amplie a compreensão dos fenômenos de degradação e as variáveis envolvidas. Neste contexto, este artigo tem por objetivo identificar e discutir os desafios quanto ao uso de programas de simulação higrotérmica computacional aplicados aos estudos de degradação de fachadas porosas decorrente do envelhecimento natural das edificações. A ferramenta computacional utilizada para as simulações higrotérmicas foi o software WUFI PRO 5.3. São apresentadas as principais barreiras e dificuldades no uso dessa ferramenta para os estudos relacionados ao comportamento higrotérmico e degradação das fachadas no Brasil. Após a identificação dos desafios, foram sugeridas algumas contribuições para a difusão e facilitação das simulações computacionais higrotérmicas.

Palavras-chave: Comportamento higrotérmico. Condições de exposição. Durabilidade.

ABSTRACT

The processes involving the degradation of the buildings facades systems are complex. Due to the synergy between the agents and mechanisms of degradation and facade elements, it is not always possible to study them only in the controlled environment of the testing laboratory or field studies. Therefore, computer simulations, as well as inspection of buildings and test laboratories, should be complementary, making it a set of resources to broaden the understanding of degradation phenomena and the variables involved. In this context, this article aims to identify and discuss the challenges in the use of hygrothermal simulation computer program applied to degradation studies of porous facades due to the aging of the buildings. The computational tool used for hygrothermal simulations was the WUFI Pro 5.3 software. The main barriers and difficulties in using this tool for studies related to the hygrothermal behavior of facades are presented, in Brazil. After identifying the challenges it was suggested some contributions to the dissemination and facilitation of hygrothermal computer simulations as a tool for studies of degradation of buildings. Among the main contributions, there is the need to create a database of generic hygrothermal properties.

Keywords: *Hygrothermal behavior. Exposure conditions. Durability.*

[1] ZANONI, Vanda; SÁNCHEZ, José Manoel; BAUER, Elton. Desafios e contribuições: estudo de degradação das edificações por meio de simulação higrotérmica. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O estudo da degradação das edificações, pelo envelhecimento natural ao longo do tempo, envolve os agentes e suas ações, assim como os mecanismos de degradação e a resposta do elemento construtivo aos fenômenos atuantes.

As condições de exposição da envoltória do edifício constituem-se em um conjunto de ações que afetam a sua durabilidade. As ações externas de origem climática estão entre os principais agentes de degradação que, agindo sobre o edifício, contribuem para reduzir o seu desempenho ao longo do tempo de vida útil, pois aceleram os mecanismos de envelhecimento natural (JERNBERG, *et al*., 2004; ABNT, 2013).

Nos estudos sobre degradação de fachadas, as variações higrotérmicas estão entre os principais mecanismos responsáveis pelo envelhecimento natural das edificações (BAUER, *et al.* 2014).

Os mecanismos de transporte de calor e umidade e as propriedades higrotérmicas dos componentes constituintes da fachada determinam o comportamento higrotérmico dos sistemas construtivos (CIB W040, 2012).

Algumas pesquisas mostram a complexidade das condições locais atuantes na superfície das fachadas e a sinergia entre os agentes de degradação (RAMOS, 2007; DELGADO *et al.*, 2010; FREITAS, 1992). Nestes casos, programas de simulação higrotérmica computacional foram usados como ferramenta de processamento e análise das condições de exposição.

Sobre esta abordagem, as simulações computacionais podem ser uma ferramenta necessária para avaliar as condições de exposição às cargas higrotérmicas, de acordo com as diferentes orientações de fachada e tipo de superfície (KÜNZEL, 1994; ASHRAE, 2009).

Para contribuir com os estudos de degradação das edificações, este artigo tem por objetivo analisar os desafios quanto ao uso dos programas de simulação higrotérmica computacional, visando o estudo do comportamento higrotérmico das fachadas porosas nas edificações.

Quanto aos procedimentos metodológicos, buscou-se identificar quais as principais barreiras na aplicação de ferramentas computacionais para os estudos relacionados ao comportamento higrotérmico, a partir da narrativa de alguns autores referenciais. Ainda, por meio da aplicação do programa computacional para simulação higrotérmica WUFI, foram identificadas as dificuldades relacionadas ao uso desta ferramenta nos estudos aplicados à degradação das edificações no Brasil.

Após o levantamento de dados e as análises críticas sobre as barreiras e dificuldades encontradas, foram identificados os principais desafios e sugeridas algumas contribuições para a difusão e facilitação das simulações higrotérmicas computacionais nos estudos brasileiros sobre a degradação de fachadas.

2 COMPORTAMENTOS HIGROTÉRMICO

Esta seção apresenta as narrativas de alguns autores que esclarecem os achados de pesquisa quanto às principais barreiras na aplicação das ferramentas computacionais para os estudos relacionados ao comportamento higrotérmico dos sistemas de fachadas porosas.

Vários autores, entre eles, Hovde e Moser (2004) e Jernberg *et. al*. (2004), relatam a falta de dados disponíveis para uma análise mais detalhada do envelhecimento natural nos sistemas de revestimento poroso de fachada, principalmente em decorrência dos agentes e mecanismos de degradação de origem climática e os efeitos sinérgicos dos fenômenos.

As fachadas estão expostas às ações externas de origem climática e, dependendo da sua orientação, sofrem influências de diferentes intensidades. Haagenrud (2004) alerta que a existência de efeitos sinérgicos (por exemplo, os efeitos dos ciclos de molhagem e secagem) levantam sérias dúvidas quanto a caracterizar os agentes climáticos pelo seu valor médio ou por valores limites.

Para a previsão de vida útil dos componentes da edificação, um dos métodos indicados é o ensaio acelerado. Além da aceleração da dimensão tempo, outros métodos para previsão da vida útil são aqueles relacionadas à interpolação ou extrapolação de informações usando dados de degradação de componentes semelhantes, de ambientes de uso semelhante, ou ainda, obtidos em exposição de uso intencional, em curto prazo de tempo (BS ISO 15686-2:2012).

Segundo a ISO 15686-2 *Buildings and constructed assets - Service life planning: Service life prediction procedures* (BS, 2012), dados sobre o envelhecimento natural das edificações decorrentes das condições de exposição a longo prazo, podem ser obtidos por meio de quatro categorias:

- Exposição em estações de envelhecimento natural;
- Inspeção em edifícios;
- Exposição em edifícios experimentais;
- Exposição nas condições de uso (uso intencional em condições normais, avaliando o comportamento a curto prazo).

Quanto aos métodos citados para avaliar as condições de exposição e degradação, John e Sato (2006) alertam que existem diferenças significativas na evolução do comportamento mecânico entre amostras expostas nos diferentes sítios de ensaio de envelhecimento natural e dessas com o envelhecimento acelerado. Para os autores, isso mostra a importância de incluir, nos estudos de durabilidade, o envelhecimento natural avaliado em campo, a longo prazo, além dos ensaios acelerados.

O estudo dos mecanismos de transporte de umidade em meios porosos é bastante complexo. Segundo Mendes (1997) e Santos (2009), a complexidade está relacionada à dificuldade em se definir modelos que representem a estrutura de poros dos materiais, as propriedades

higrotérmicas e os mecanismos simultâneos de transporte de calor e massa. Santos (2009) relata que são escassos os trabalhos que abordam a natureza multidimensional do fenômeno de transporte de calor, ar e umidade em elementos de edificações. Nos seus estudos, os autores citados buscam simplificar os modelos para que seja possível, com as técnicas atuais, representar as situações reais por meio da simulação computacional, viabilizando assim os avanços nas pesquisas do comportamento higrotérmico dos sistemas construtivos.

Segundo Mendes (1997), nas paredes das edificações, os gradientes de temperatura e umidade e os fenômenos de transferência de calor e umidade ocorrem simultaneamente e são altamente interdependentes. No entanto, a difusão de calor através da envoltória da edificação, em programas de simulação térmica em sistemas computacionais como o DOE-2, realizam o cálculo do consumo de energia de edificações, normalmente considerando o calor transferido através da envoltória puramente por condução. Segundo o autor, isto é verdade quando se trata de materiais não porosos, mas em construção civil os materiais usados são, comumente, porosos.

Mendes *et al.* (1999) considera que uma das grandes dificuldades para o uso das simulações higrotérmicas por meio de programas computacionais é a falta de propriedades higrotérmicas de materiais de construção e pelo fato de que um determinado material nunca possuir a mesma distribuição de poros, o que modifica suas propriedades de transporte.

Para Freitas (1992), os estudos e medições dos fluxos higrotérmicos e os potenciais de transporte de umidade e calor são difíceis de serem medidos, até em condições de laboratório. Freitas *et al.* (2008) sugere a seleção de materiais com uma caracterização genérica, correspondente às propriedades médias dos componentes. O autor justifica, explicando que a determinação de valores em ensaios experimentais mostra uma dispersão considerável quando se comparam resultados referentes a um mesmo material específico. Essa variabilidade decorre de diferentes fatores, entre eles, alterações na estrutura porosa e diferentes técnicas de ensaio (FREITAS, 1992).

As propriedades térmicas dos materiais porosos são relativamente homogêneas, enquanto o fluxo de massa (umidade) tem grandes discrepâncias, devido ao complexo mecanismo de transporte no meio poroso, dependendo principalmente da forma e teor de umidade dos poros (HENS, 2009). Isto é, em comparação com as outras propriedades, as propriedades dos materiais relacionadas ao transporte de umidade costumam mostrar uma grande variabilidade (ZHAO *et. al.,* 2015).

Um material específico é um material de características próprias, geralmente associado à um determinado fabricante ou produtor, cujas propriedades foram obtidas por medições de amostras representativas da linha de produção. Um material genérico é um material que representa um aglomerado de materiais (clusters). Por meio de um processo de síntese, as

técnicas estatísticas aplicadas permitem derivar de um conjunto de materiais específicos, um material genérico de cada cluster identificado. Um material genérico representa um grupo de materiais específicos que tenham características semelhantes (ZHAO et. al., 2015).

Como exemplo de publicações brasileiras que apresentam propriedades higrotérmicas de materiais ou componentes genéricos, são citados a NBR 15220-3 (ABNT, 2005), o Catálogo de Propriedades Térmicas de Paredes e Coberturas produzido no âmbito do Laboratório de Eficiência Energética em Edificações – LabEEE da UFSC (MORISHITA *et al.*, 2011) e, mais recentemente, o site Desempenho Técnico para HSI, publicado pelo Ministério das Cidades, onde pode ser encontrado um conjunto de documentos técnicos, entre eles, um Catálogo de Desempenho de Sistemas Convencionais e Inovadores composto por uma série de fichas detalhadas de sistemas construtivos com ensaios de desempenho (http://app.cidades.gov.br/catalogo) (MC, 2016).

No entanto, estas publicações brasileiras citadas apresentam propriedades necessárias para as simulações voltadas para o conforto térmico e desempenho energético. Não apresentam características e propriedades suficientes para as simulações que envolvem transporte de massa (umidade).

O conjunto de normas brasileiras de desempenho NBR 15575 (ABNT: 2013) traz avanços importantes quanto à durabilidade e vida útil das edificações, principalmente com a aprovação de requisitos e critérios relacionados aos outros subsistemas da edificação, além das estruturas de concreto armado. Contempla, também, exigências associadas ao transporte de calor para os estudos de comportamento térmico.

Por outro lado, verifica-se a ausência de requisitos e critérios relacionados ao comportamento higrotérmico. Ou seja, restringem-se as exigências quanto ao desempenho térmico, apresentando características e propriedades térmicas dos materiais e componentes construtivos, sem levar em consideração os fenômenos simultâneos relacionados ao transporte de calor e umidade e às condições de exposição das edificações associadas aos agentes climáticos de degradação e a sinergia entre eles, ao longo da vida útil da edificação.

Além dos aspectos citados, uma importante barreira para o avanço nos estudos da durabilidade está relacionada à falta de dados disponíveis para análises mais detalhadas dos agentes climáticos e mecanismos de degradação, especialmente relacionados às fachadas degradadas por envelhecimento natural. As condições ambientais no entorno da edificação demandam um grande esforço em pesquisa para a melhoria do conhecimento sobre a durabilidade e degradação do ambiente construído (LIMA *et al.*, 2006). Para Lima (2005), as normas brasileiras não consideram a variação sazonal e espacial da intensidade e/ou concentração dos agentes de degradação.

Neste contexto, considera-se fundamental superar os principais desafios apresentados, visando avançar no uso das ferramentas computacionais para simulação higrotérmica que permitem quantificar a ação dos agentes climáticos de origem externa e as interações com os sistemas de fachadas.

3 SIMULAÇÃO HIGROTÉRMICA

Nesta seção são apresentadas as dificuldades encontradas na aplicação da ferramenta computacional WUFI para as simulações do comportamento higrotérmico do sistema poroso de fachada adotado para a pesquisa (alvenaria de base com bloco cerâmico e revestimento com argamassa).

O comportamento higrotérmico do sistema construtivo refere-se ao campo conceitual da física das construções que estuda o transporte de calor, ar e massa nos seus componentes (CIB W040, 2012).

O WUFI PRO 5.3 (*Wärme- Und Feuchtetransport Instationär - Transient Heat and Moisture Transport*) é uma ferramenta de cálculo computacional para simulação do comportamento higrotérmico da envoltória da edificação, desenvolvido pela *Fraunhofer Institute for Building Physics* (WUFI, 2013). O programa WUFI PRO 5.3 adota um modelo unidirecional de transporte de calor e umidade não estacionário (transiente), governado por equações diferenciais de equilíbrio de calor e de equilíbrio de umidade.

O modelo usado pelo WUFI atende todos os requisitos e critérios estabelecidos pela EN 15026 *Hygrothermal performance of building components and building elements - Assessment of moisture transfer by numerical simulation* (DIN, 2007).

De acordo com as exigências da norma EN 15026 (DIN, 2007), os modelos de cálculo para simulação higrotérmica devem abranger as seguintes variáveis:

- Densidade de massa aparente;
- Condutividade térmica da matéria seca e dependência com a umidade;
- Calor específico;
- Porosidade;
- Coeficiente de absorção de água;
- Permeabilidade ao vapor de água;
- Fator de resistência à difusão do vapor de água;
- Teor de umidade de referência;
- Teor de umidade de saturação livre;
- Curva de armazenamento de umidade: isotermas de adsorção e dessorção;
- Coeficiente de transferência de água líquida – sucção (fase de umedecimento por absorção) e redistribuição (fase de secagem).

No uso do programa de simulação higrotérmica, constatou-se como principal limitação a ausência de uma base de dados brasileira de propriedades higrotérmicas de materiais e componentes de construção.

O WUFI disponibiliza um banco de dados de materiais e componentes com as propriedades higrotérmicas. Obviamente, este banco de dados é limitado. Por isso, é necessário selecionar componentes de acordo com faixas referenciais de propriedades higrotérmicas para o estudo do comportamento do sistema analisado.

Usualmente, parte das propriedades higrotérmicas não são determinadas pelos laboratórios brasileiros, visto que não são exigências das normas nacionais. Além disso, em geral, as normas brasileiras não exigem a caracterização das propriedades higrotérmicas, visando a ação dos agentes e mecanismos nos processos de degradação. No Brasil, as exigências normativas são mínimas para os estudos do comportamento higrotérmico dos sistemas construtivos de vedação vertical, quando consideradas as condições de exposição aos agentes climáticos.

Um dos dados de entrada do programa de simulação higrotérmica WUFI é a seleção do método de quantificação da chuva dirigida incidente na superfície da fachada. O programa permite optar por um dos três métodos, a saber, os métodos ISO 15927-3: 2009, ASHRAE STANDARD 160: 2009 e o método próprio do WUFI.

No Brasil, os trabalhos existentes sobre chuva dirigida são baseados no Índice de Chuva Dirigida - ICD que é um indicador do nível de severidade das condições de exposição a campo aberto, mas não quantifica o montante de chuva que é projetada pelo vento em cada orientação de fachada, em diferentes contextos urbanos.

Segundo Zanoni (2015), não se encontra disponível nenhuma publicação brasileira sugerindo algum método semi-empírico para quantificação de montantes de chuva dirigida em fachadas ou estudos brasileiros relacionadas às medições de chuva dirigida *in situ*. Em seus estudos, por meio de comparações entre os métodos propostos pelo WUFI e medições *in situ,* a autora sugere o método da ASHRAE 160: 2009.

Quanto aos dados climáticos para alimentar o WUFI, uma das principais dificuldades e limitações encontradas nos estudos realizados foi a falta de referências brasileiras para a seleção de dados climáticos, além da apresentação e aplicação em projeto, por exemplo, como aquelas apresentadas pelas normas ISO 15927-4: 2005 e DIN15026: 2007, entre outras.

Baseado em Zanoni (2015), entre os arquivos climáticos disponíveis para a cidade de Brasília, o arquivo TMY-EPW/ANTAC (RORIZ, 2012) pode ser considerado como o mais representativo para os estudos higrotérmicos por meio de simulação computacional.

Na fase de pós-processamento, são muitas as possibilidades de aplicação dos resultados das simulações, entre elas os estudos de degradação relacionados ao transporte de calor e umidade, em regime transiente. Neste caso, o programa permite quantificar a ação dos agentes climáticos de origem externa atuantes no contexto local onde está inserida a edificação e as respostas dadas pelo sistema de fachada, com base em suas

características e propriedades higrotérmicas. Desta forma, os resultados obtidos fornecem dados quantitativos necessários para avançar nas análises sobre os processos de degradação e as variáveis envolvidas.

4 CONCLUSÃO

Para responder às solicitações impostas pelas condições de exposição, as fachadas devem ser capazes de minimizar os impactos negativos das cargas higrotérmicas que atuam sobre a envoltória do edifício, mantendo o desempenho e a vida útil esperados. O conhecimento das condições de exposição das fachadas aos agentes externos de origem climática permite compreender melhor as interações entre os agentes e os processos de degradação ao longo da vida útil da edificação.

Como os processos que envolvem a degradação das edificações são complexos devido à sinergia entre os as variáveis envolvidas, nem sempre é possível estudá-los somente no ambiente controlado do laboratório de ensaios ou nos estudos de campo.

Portanto, conclui-se que:

- Os estudos por meio de simulação computacional podem contribuir como uma ferramenta complementar à obtenção dos dados necessários aos estudos de degradação de fachada.
- As simulações computacionais, assim como as medições em campo e as experimentações laboratoriais, devem ser complementares, tornando-se um conjunto de recursos necessários para que se amplie a compreensão dos fenômenos de degradação e as variáveis envolvidas.
- Comparativamente com as normas internacionais, são incipientes as exigências das normas brasileiras quanto aos aspectos relacionados com a durabilidade e vida útil das edificações, principalmente no campo conceitual do comportamento higrotérmico de sistemas de fachadas porosas.
- Apesar das características tropicais do Brasil, onde os fenômenos de precipitação são intensos e constituem-se fontes importantes de umidade, não foi encontrada nenhuma recomendação sobre chuva dirigida nas normas nacionais.
- A ausência de uma base de dados brasileira de propriedades higrotérmicas, para selecionar materiais e componentes genéricos representativos dos sistemas construtivos brasileiros, é uma das principais barreiras para a aplicação de programas de simulação higrotérmica computacional.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-3:** Desempenho Térmico de Edificações - Parte 3: Zoneamento Bioclimático Brasileiro e Diretrizes Construtivas para Habitações Unifamiliares de Interesse Social. Rio de Janeiro, 2005.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1:** Edificações habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

ANSI/ASHRAE - American National Standards Institute & American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers. **ANSI/ASHRAE 160 - Criteria for Moisture-Control Design Analysis in Buildings**. Atlanta, 2009.

ASHRAE - American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers, Inc. **Handbook 2009 - Fundamentals**. Atlanta, 2009.

BAUER, E; CASTRO, E. K.; SILVA, M.N.B.; ZANONI, V.A.G. Evaluation of damage of building facades in Brasília. In: International Conference on Durability of Building Materials and Components, XIII DBMC 2014, **Proceedings ...** USP, São Paulo, 2014. p. 535-542.

BS ISO BRITISH STANDARD INSTITUTION. **EN ISO 15927-3** Hygrothermal performance of buildings - Calculation and presentation of climatic data. Part 3: Calculation of a driving rain index for vertical surfaces from hourly wind and rain data. BS EN ISO, 2009.

BS ISO BRITISH STANDARD INSTITUTION. ISO 15686-2 Buildings and constructed assets — Service life planning. Part 2: Service life prediction procedures. London, 2012.

CIB W040 - HEAT AND MOISTURE TRANSFER IN BUILDINGS. **Heat, air and moisture transfer terminology - parameters and concepts**. Publication 369. International Council for Research and Innovation in Building and Construction – CIB. Porto: FEUP Edições, 2012.

DANIOTTI, B.; RE CECCONI, F. **State of the art report on accelerated laboratory test procedures and correlation between laboratory tests and service life data**. CIB Report: Publication 331. CIB W080: WG3**,** Milão, Itália, 2010.

DELGADO, J.M.P.Q., RAMOS, N.M.M., BARREIRA, E., FREITAS, V.P. A critical review of hygrothermal models used in porous building materials. **Journal of Porous Media**, v. 13, v. 3, pp. 221–230, Begell House. Inc., New York, 2010.

DIN DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG. **EN 15026:** Hygrothermal performance of building components and building elements – Assessment of moisture transfer by numerical simulation. CEN, Brussels, Belgium, 2007.

FREITAS, V.P. **Transferência de humidade em paredes de edifícios- análise do fenómeno de interface**. Tese (Doutorado). Porto: FEUP, 1992.

FREITAS, V.P.; TORRES, M.I.T.; Guimarães, A.S. **Humidade ascencional.** Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Porto: Feup-edições, 2008.

HAAGENRUD, S. Factors Causing Degradation: Part II. In: **Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Buildings and Components**. CIB Publication 295, p.1.2-104. CIB, Rotterdam, March 2004.

HENS, H. Vapor permeability measurements: impact of cup sealing, edge correction, flow direction, and mean relative humidity. **Journal ASTM Int** 6(9): 2009.

HOVDE, P. J.; MOSER, K. **State of the Art Reports (Part A: Factor Methods for Service Life Prediction. Part B: Engineering design methods for service life prediction.** CIB Report: Publication 294. CIB Rotterdam: W080/ RILEM 175 SLM, 2004.

JERNBERG, P.; LACASSE, M. A.; HAAGENRUD, S.E.; SJÖSTRÖM, C. **Guide and Bibliography to Service Life and Durability Research for Building Materials and Components**. Joint CIB W80 / RILEM TC 140 – TSL. CIB Report, Publication 295, 2004.

JOHN, V.M.; SATO, N.M.N. Durabilidade de componentes da construção. In: SATTLER, Miguel Aloysio; PEREIRA Fernando Oscar Ruttkay (Ed.). **Coletânia Habitare: Construção e Meio Ambiente**, v.7. p. 21-57. Porto Alegre: ANTAC, 2006.

KÜNZEL, H.M. **Simultaneous Heat and Moisture Transport in Building Components. One and two-dimensional calculation using simple parameters**. Thesis (PHD). Fraunhofer Institute for Building Physics, Stuttgart, 1994.

LIMA, M. G. **Ação do Meio Ambiente sobre as Estruturas de Concreto**. In: Geraldo Cechella Isaia. (Org.). Concreto: Ensino, Pesquisa e Realizações. 1 ed. 2v. p. 713-751. São Paulo: IBRACON, 2005.

LIMA, M. G.; MORELLI F.; LENCIONI, J. W. Discussão sobre os parâmetros ambientais fatores de degradação do ambiente construído – Estudos relativos a materiais e sistemas para fachadas. In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, XI, Florianópolis, 2006. **Anais...** Florianópolis, 2006. p.635- 649.

MENDES, N. **Modelos para Previsão da Transferência de Calor e de Umidade em Elementos Porosos de Edificações**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1997.

MENDES, N.; RIDLEY, I.; LAMBERTS, R.; PHILIP, P.C.; BUDAG, K. UMIDUS-A PC Program for the Prediction of Heat and Moisture Transfer in Porous Building Elements. **Building Energy Simulation**, v.20 (4): 2-8, Berkeley, CA, 1999.

MC MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Desempenho Técnico para HSI - Catálogo de Desempenho de Sistemas Convencionais e Inovadores**. Disponível em: http://app.cidades. gov.br/catalogo. Acesso em 5 de abril de 2016.

MORISHITA, C.; SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; TRIANA, M. A.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R**. Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas**. v.5. LabEEE. UFSC, Florianópolis, 2011.

RAMOS, N. M. M. **A importância da inercia higroscópica no comportamento higrotérmico dos edifícios**. Tese (Doutorado). FEUP, Porto, 2007.

RORIZ, M. **Correções nas Irradiâncias e Iluminâncias dos arquivos EPW da Base ANTAC.** Grupo de Trabalho sobre Conforto e Eficiência Energética de Edificações. ANTAC – ANTAC. São Carlos – SP, 2012. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/ downloads/ arquivos -climaticos/formato-epw. Acesso em: setembro de 2013.

SANTOS, G. H. **Transferência de calor, ar e umidade através de elementos porosos de edificações**. Tese (Doutorado). UFSC, Florianópolis, 2009.

WUFI Pro 5.3. IBP - Fraunhofer Institute for Building Physics. Holzkirchen, Germany, 2013.

ZANONI, V.A.G. **Influência dos agentes climáticos de degradação no comportamento higrotérmico de fachadas em Brasília**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UnB, Brasília, DF, 2015.

ZHAO, J.; PLAGGE, R.; RAMOS, N. M.M.; SIMÕES, M. L.; GRUNEWALD, J. Concept for development of stochastic databases for building performance simulation - A material database pilot project. **Building and Environment** 84: 189-203; 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

METODOLOGIA DE AVALIAÇÃO DA ENERGIA SOLAR ANTES DOS PRIMEIROS ESBOÇOS [1]

ABREU, Ana Lígia Papst de (1); BAUMANN, Victor Andreas Rocha (2); GÓES, Felipe (3) DODL, Luciano D'Ávila (4)

(1) IFSC, e-mail: ana.abreu@ifsc.edu.br; (2) IFSC, e-mail:victorarbaumann@gmail.com; (3) IFSC, e-mail: felipe06goes@gmail.com; (4) IFSC, e-mail: lucianoddodl@gmail.com

RESUMO

Está prevista a construção de um bloco de salas de aula e laboratórios no Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC. Pretende-se maximizar a exposição da edificação ao sol para geração de energia fotovoltaica, mas sem bloquear a radiação solar no entorno. O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia de analisar a incidência solar na edificação e no entorno antes dos primeiros esboços do projeto arquitetônico. A ferramenta BIPV Design foi usada num estudo de posicionamento das placas solares na cobertura e em brises horizontais na fachada Norte. Simultaneamente, a análise de disponibilidade da radiação solar no entorno foi feita através de maquete eletrônica e estudo do Envelope Solar. A estimativa de superávit anual de energia elétrica possibilita uma diminuição na volumetria da edificação o que permitiria uma maior incidência solar no entorno. Este trabalho contribui para demonstrar a necessidade de estudos anteriores ao primeiro esboço, e de avaliações paramétricas do aproveitamento da energia solar que sirvam de subsídios à tomada de decisões projetuais.

Palavras-chave: Energia solar fotovoltaica. Projeto sustentável. Impacto solar na vizinhança.

ABSTRACT

A building of classrooms and laboratories is going to be erected on Campus Florianópolis of Federal Institute of Santa Catarina - IFSC. One of guidelines of this project is maximizing the exposure of the building to the sun for photovoltaic power generation but without blocking solar radiation in the surronding buildings. The aim of this paper is to present the methodology of analyzing the solar availability in the new building and in the neighbourhood before the first sketches. The BIPV Design tool was used for the photovoltaic study with solar panels on the roof and on horizontal brises at north façade. At the same time, the availability of solar radiation on the surronding buildings was studied through 3D modelling and with the solar envelope process. The photovoltaic study estimated an annual surplus of electricity, which can be used in the reduction of building volume and allow more solar incidence in the surroundings. This work contributes to demonstrate the need for studies before the first draft, and parametric evaluations of the use of solar energy to serve as subsidies to projective decisions.

***Keywords**: Photovoltaic solar energy. Sustainable design. Solar impact in neighbourhood.*

[1] ABREU, Ana Lígia Papst de; BAUMANN, Victor Andreas Rocha; GÓES, Felipe; DODL, Luciano D'Ávila. Metodologia de avaliação da energia solar antes dos primeiros esboços. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O processo de projeto arquitetônico não pode ser definido por um método, pois a aplicação de um método implica que seus resultados possam ser previstos com certo nível de precisão (CHING, 2014). Dependendo das premissas estabelecidas inicialmente, as soluções arquitetônicas finais podem ser infinitas. Segundo Ghizzi (2006) é nos primeiros croquis (ou diagramas gráficos) onde se estabelece as ideias-síntese das variantes do problema quanto aos ideais pretendidos. Além disso, os diagramas levam a observação e experimentação de ideias adequados à solução dos problemas iniciais, além de possibilitar alternativas projetivas ao arquiteto.

Para Kowaltowski et all. (2011, p.11) a fundamentação da decisão em projeto pode ocorrer "na justificativa para uma escolha ou na verificação do seu efeito". Uma das proposições deste artigo, é que estudos de avaliação solar anteriores aos primeiros estudos do arquiteto podem auxiliar na tomada de decisões mais embasadas. E quando foram feitas aferições da proposta arquitetônica final, esta será o mais próximo do ideal, resultando em pequenos ajustes no projeto.

Dentro do critério de fundamentar as decisões, o processo de projeto integrado de edificações é uma forma sustentável de projetar, pois todos os envolvidos encaram o projeto de maneira global, em vez de só se concentrarem na sua parte do projeto (KEELER e BURKE, 2010 p.17). Para estes mesmos autores, os "termos projeto sustentável e projeto integrado de edificações devem ser vistos como equivalentes".

Num projeto sustentável, os impactos ambientais no entorno do novo empreendimento também devem ser avaliados. O Estatuto da Cidade, lei federal nº 10.257 (BRASIL, 2001) prevê desde 2006 a obrigatoriedade de Estudos de Impacto de Vizinhança, onde novos empreendimentos devem analisar os conflitos no entorno, e medidas mitigadoras ou compensatórias devem ser propostas quando de impactos negativos. Normalmente, estes estudos ocorrem depois do projeto arquitetônico já estar pronto, onde alterações projetuais resultam em retrabalhos que poderiam ser evitados.

O Departamento Acadêmico de Construção Civil – DACC, do Campus Florianópolis do Instituto Federal de Santa Catarina – IFSC, tem a previsão de ampliação de um novo bloco de salas de aula e laboratórios. Uma das diretrizes deste projeto arquitetônico é a incorporação de painéis fotovoltaicos na volumetria da edificação.

Tendo como um objetivo mais abrangente de desenvolver a cultura para a sustentabilidade, uma edificação escolar sustentável pode ser usada como uma ferramenta de ensino sobre a importância deste tema. Desta forma, faz-se necessário que todo o processo de projeto também seja sustentável. Mas ao mesmo tempo em que se maximiza a exposição da edificação ao sol, pode-se resultar num bloqueio da radiação solar ao entorno. Por ser uma edificação dentro de um Campus, o projeto não precisa passar pela aprovação da Prefeitura Municipal. Mas a área disponibilizada para este novo bloco fica próxima de edificações residenciais unifamiliares do entorno,

logo, esta nova edificação no Campus pode impactar na vizinhança.

O objetivo deste artigo é apresentar a metodologia de analisar a incidência solar antes dos primeiros esboços do projeto arquitetônico, avaliando o potencial de aproveitamento solar na edificação, e ao mesmo tempo avaliando o bloqueio solar de uma nova volumetria na vizinhança.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este item está dividido em duas partes, uma primeira de aproveitamento de energia solar para geração de energia na própria edificação, e a segunda com relação ao bloqueio da radiação solar no entorno.

2.1 Integração da geração fotovoltaica à edificação

Desde a metade do século XX, discutem-se formas de melhor explorar a natureza e atender as demandas do homem em relação ao uso de energia. Tal discussão foi gerada a partir de constatações do evidente aumento do uso de energia elétrica mundial. De acordo com Geller (2003), entre 1975 e 2000 houve um aumento de 250% no uso de energia elétrica no Brasil. Sendo 50% deste consumo realizado por edificações (BRASIL, 2015).

Considerada uma energia limpa e inesgotável, a energia solar pode ser uma grande aliada na busca de formas inesgotáveis de aquisição de energia elétrica (VILLALVA; GAZOLI, 2012). Rüther (2000) afirma que, em aproximadamente 12 minutos, o planeta terra recebe uma quantidade de energia que se captada, equivaleria à demanda energética mundial anual.

No setor da construção civil, a utilização de energia solar fotovoltaica é possível através da incorporação dos painéis na edificação. Os painéis solares podem ser utilizados como vedações de paredes, coberturas translúcidas, marquises e brises (CHIVELET; SOLLA, 2010). Sendo que essa geração de energia pode ser conectada a rede de distribuição atual sem a necessidade de armazenamento (BRASIL, 2012). Santos (2013) elaborou uma ferramenta de apoio à decisão da integração dos sistemas fotovoltaicos na fase de composição arquitetônica, o BIPV design. Desta forma é possível estimar numa fase anterior ao início do projeto arquitetônico como as alterações volumétricas afetam na geração de energia, podendo o projetista se posicionar de forma consciente sobre a integração da geração fotovoltaica à edificação.

2.2 Estudo de impacto solar na vizinhança

A legislação urbana, através dos seus índices urbanísticos (taxa de ocupação, índice de aproveitamento, afastamentos, etc), busca garantir condições mínimas de salubridade aos ambientes. Os índices urbanísticos do Plano Diretor de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2014), como afastamentos entre edificações e altura máxima construída, não levam em conta os aspectos de orientação solar. Esta simplificação facilita a aplicação e aferição ao atendimento à legislação, mas não necessariamente às

necessidades de insolação das edificações.

Vale aqui ressaltar que para a iluminação basta a claridade da abóbada celeste, mas para aquecimento de ambientes e painéis solares (de aquecimento de água e melhor eficiência dos painéis fotovoltaicos), faz-se necessária a incidência solar nas superfícies. Florianópolis está localizada na zona bioclimática 3, e o aquecimento solar passivo aparece como uma das estratégias bioclimáticas indicadas para o período dos meses mais frios (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2005).

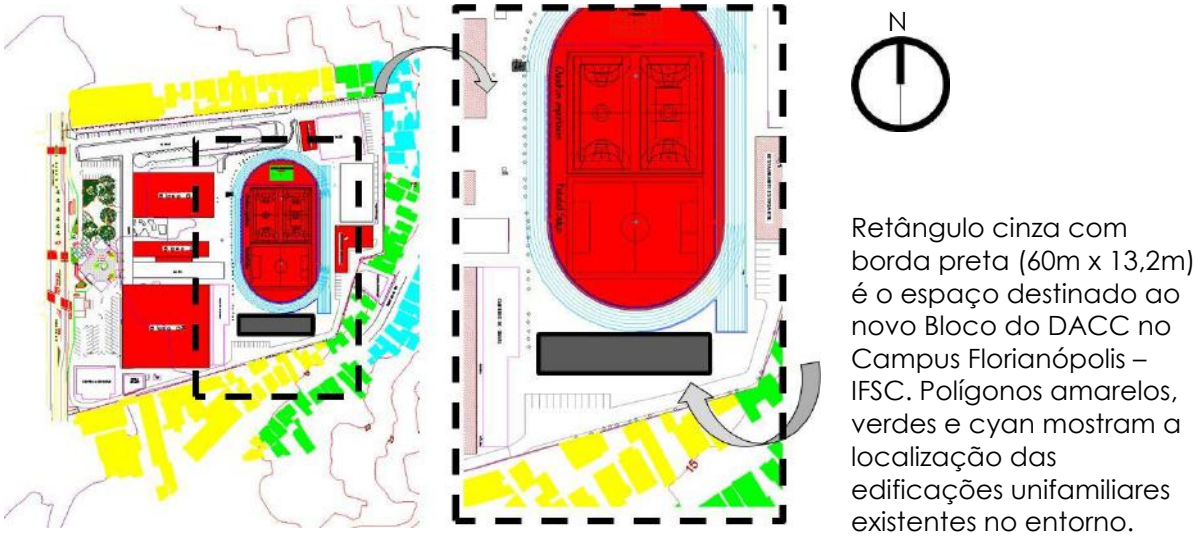
O Estudo de Impacto de Vizinhança (EIV), proposto como um instrumento urbanístico pelo Estatuto da Cidade (BRASIL, 2001), apresenta a iluminação como um dos itens de avaliação do impacto de um novo empreendimento no entorno. Scalco, Pereira e Rigatti (2010), apresentaram um método utilizando a simulação computacional para análise do impacto de novas edificações no entorno, tanto para iluminação natural quanto para a insolação. A visualização unificada dos resultados é feita através de um diagrama de máscara de sombras e com gráficos de barras para comparação de diferentes critérios de impactos (SCALCO, PEREIRA e RIGATTI, 2010, p. 183). Este método permite verificar o "efeito" de um novo empreendimento na insolação e iluminação do entorno, mas também poderia ser usado por especialistas da área para fundamentar uma decisão de projeto. Só que máscaras de sombreamento do entorno sobre diagramas solares não são ferramentas fáceis de entendimento para pessoas que fazem parte das decisões de um projeto integrado, mas que não são da área de construção civil.

Já o método do Envelope Solar (ES), que serve para a etapa de desenvolvimento de projeto, garantindo a insolação e iluminação ao entorno, é um método visual mais fácil de entendimento. Neste método define-se "um volume imaginário sobre o terreno dentro do qual o edifício deve ficar inserido para não projetar sombras indesejáveis sobre os vizinhos (...)" (CASTRO PEREZ e FAVERO, 2014).

3 MÉTODO

O método iniciou com o levantamento de dados climáticos de Florianópolis, e a consulta de viabilidade dos índices urbanísticos do Campus referentes à volumetria de novas edificações, características e obstruções do entorno. A Figura 1 mostra o espaço destinado ao novo bloco do DACC. Para o dimensionamento e posicionamento da volumetria do futuro prédio do DACC foi utilizado os índices urbanísticos do Plano Diretor do Campus Florianópolis – IFSC. Na planta de situação do Plano Diretor do Campus já está determinada uma área de projeção máxima do novo Bloco (60m x 13,20m), e o número máximo estipulado é de seis pavimentos (em função do Plano Diretor Florianópolis). O programa de necessidades está em elaboração, mas o novo prédio abrigará laboratórios e salas de aula do Departamento de Construção Civil, como qualquer outro bloco do IFSC.

Figura 1 – Localização da área para implantação da nova edificação do DACC a ser projetada e seu entorno imedito.



Fonte: Os autores a partir do plano Diretor

A seguir o método está dividido em duas partes: potencial de aproveitamento solar na edificação, e bloqueio solar de uma nova edificação na vizinhança.

3.1 Potencial de geração fotovoltaica na nova edificação

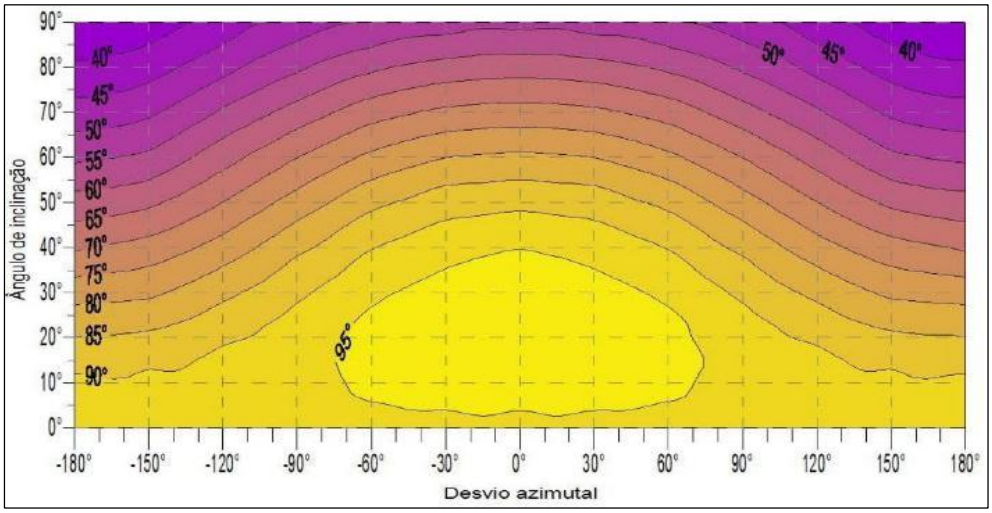
Primeiramente, foi realizada a estimativa das cargas elétricas do novo bloco do DACC. Para estimar a demanda de energia no futuro prédio do DACC, foram coletadas as contas de energia do IFSC entre o período de janeiro de 2012 a maio de 2015.

Na etapa de estudo do potencial de aplicação da energia fotovoltaica no novo bloco do DACC, utilizou-se a ferramenta proposta por Santos (2013). A ferramenta chamada BIPV design permite estimar a produção de energia em função do posicionamento e dos tipos de painéis fotovoltaicos, sem necessariamente se ter a volumetria da edificação definida.

Para a escolha dos painéis solares foi utilizada a base de dados da ferramenta BIPV design. Nela buscou-se dois exemplares de painéis (um monocristalino e um policristalino) e após comparação entre eficiência e largura do painel, foi escolhido o mais adequado.

Para as simulações foi utilizado o rendimento do sistema de 80% e a insolação de Florianópolis com irradiação de 95% para a simulação na cobertura e nos brises da fachada Norte. Isso devido ao posicionamento dos painéis fotovoltaicos com relação ao seu desvio azimutal o e ângulo de inclinação (Figura 2).

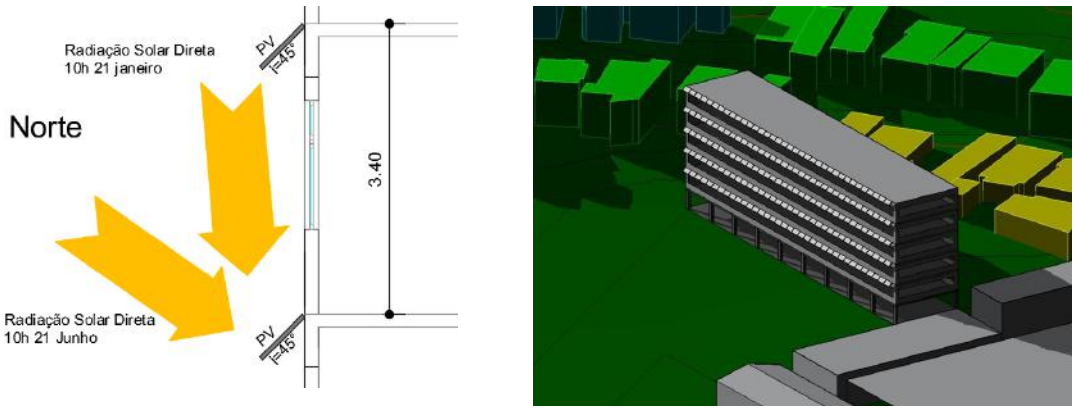
Figura 2 – Ábaco do potencial de radiação recebido pelas superfícies em Florianópolis – SC



Fonte: BIPV Design (2013)

Em função das limitações volumétricas apresentadas pelo Plano Diretor do Campus e do painel fotovoltaico escolhido, fizeram-se duas propostas de utilização dos painéis fotovoltaicos na volumetria do novo bloco do DACC. As propostas foram estabelecidas de maneira que os posicionamentos dos painéis fotovoltaicos na edificação pudessem propiciar a maior porcentagem de irradiação. A primeira proposta foi de instalação de painéis em toda área da cobertura e a segunda proposta de instalação foram os painéis servindo de brises da fachada Norte (Figura 3).

Figura 3 – Croquis da segunda proposta: instalação de painéis fotovoltaicos na fachada Norte



Fonte: Os autores

3.2 Bloqueio solar de uma nova edificação na vizinhança

Para uma primeira avaliação do bloqueio solar do novo bloco do Campus no entorno, foram feitas duas maquetes da volumetria máxima da edificação: uma com altura de 18 metros e outra de 24 metros. Como o Plano Diretor do Campus permite a construção de seis pavimentos, estimou-

se um pé direito de três metros por pavimento na primeira opção, e na segunda opção cinco pavimentos de três metros e um térreo com pé direito duplo. Para o entorno, a volumetria foi feita somente considerando o número de pavimentos, e não a inclinação ou forma dos telhados.

Para melhor entendimento visual do impacto do sombreamento no entorno por leigos e comunidade do entorno, foram geradas imagens que permitem visualizar as fachadas do entorno que são afetadas pelo sombreamento da nova edificação. As imagens para análise foram geradas de hora em hora (8h até 18h) nos sostícios (verão e inverno) e equinócio. Neste artigo são apresentadas somente as imagens mais críticas, as do solstício de inverno. Para esta etapa, anterior ao lançamento do partido arquitetônico, não foi feito estudo de impacto na iluminação do entorno.

Para elaboração de um Envelope Solar, adotou-se os ângulos de obstrução por orientação que foram propostos por Pereira et al. (2001) para permitir a incidência solar nas edificações em Florianópolis (Tabela 1).

Tabela 1 - Ângulos de obstrução das oito orientações solares para Florianópolis – SC.

	Orientação							
	N	**NE**	**E**	**SE**	**S**	**SO**	**O**	**NO**
Ângulo de Obstrução (°)	40-45	40-50	50-55	55-60	55-60	55-60	60-65	55-60

Fonte: Pereira et al. (2001)

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

As análises foram separadas em dois itens: incidência solar para geração de energia fotovoltaica no empreendimento; e bloqueio solar ao entorno.

4.1 Análise da estimativa do potencial de geração fotovoltaica

Com os dados de consumo de energia elétrica do IFSC Campus Florianópolis e sua área total construída foi possível determinar a demanda anual média por área construída do IFSC (tabela 2).

Tabela 2 – Relação de consumo de energia elétrica com a área construída do IFSC Campus Florianópolis

Consumo anual médio (kWh)	1.220.439
Área total construída (m²)	34.388
Consumo anual por área (kWh/m²)	35

Fonte: Os Autores

A Tabela 3 sintetiza as recomendações construtivas obtidas junto a consulta de viabilidade ao Plano Diretor do Campus Florianópolis do IFSC, além do consumo anual de energia estimado para o novo bloco do DACC.

Tabela 3 – Características do Futuro prédio do DACC segundo o Plano Diretor do Campus Florianópolis do IFSC

Comprimento na orientação Norte (m)	60,0
Largura na fachada Leste (m)	13,2
Número de pavimentos	6
Área de telhado (m²)	792
Área da fachada Norte (m²)	1020
Área de brise das fachadas (m²)	255
Área total construída (m²)	4752
Consumo anual estimado (kWh)	168.651

Fonte: Os Autores

Buscou-se na ferramenta BIPV design um exemplar de painel fotovoltaico monocristalino e um policristalino para comparação entre os tipos de células de silício. O critério de seleção para os painéis foram a sua maior eficiência e a sua menor largura.

Esses critérios foram utilizados para poder utilizar os painéis como brises das janelas da fachada norte. Os painéis selecionados e suas características estão na tabela 4.

Tabela 4 - Modelos de painéis fotovoltaicos utilizados nas propostas realizadas

Características/	**Painéis Fotovoltaicos**	
Fabricante	**Jinko**	**Avproject**
Modelo	JMK 195M-72	AVP72-290
Tipo de células	Monocristalino	Policristalino
Pot. Nominal (Wp)	195	290
Comprimento (m)	1,58	1,97
Largura (m)	0,81	1,00
Eficiência (%)	15,3	14,8
Peso (kg)	14,5	26,0

Fonte: BIPV Design (2013)

Comparando os dois painéis, o monocristalino apresentou melhor eficiência (15,3%) e menor largura (81cm), sendo por isso escolhido para ser empregado nos brises da fachada norte da edificação.

A utilização de painéis de maior largura nos brises levaria a ocorrência de sombreamento sobre os mesmos. Além disso, buscou-se a utilização de um único painel para ser empregado em toda edificação propiciando uma economia durante a aquisição, instalação e manutenção.

Após a escolha da placa fotovoltaica foram elaboradas duas propostas para a aquisição de energia solar com a utilização da ferramenta BIPV design (vide tabela 5): uma utilizando apenas a cobertura da edificação; e outra utilizando área de brise das fachadas.

Tabela 5 - Propostas para o uso de painéis solares no futuro prédio do DACC

CARACTERÍSTICAS	PROPOSTAS	
	Cobertura	Brise
Área disponível (m²)	792	255
Número de módulos	495	159
Potência instalada (kWp)	96,53	31,01
Geração anual (kWh)	127.728	41.032

Fonte: BIPV Design (2013)

Nenhuma das propostas atende isoladamente a 100% a demanda anual esperada de 168.651kWh para o futuro edifício. Mas a utilização das duas propostas simultaneamente levaria a uma geração anual superior ao consumo esperado. Utilizando as duas propostas simultaneamente consegue-se um superávit anual de 110kWh de energia elétrica no futuro edifício.

Esse superávit poderá ser utilizado por outras edificações do IFSC ou para diminuir a quantidade de painéis fotovoltaicos utilzados na cobertura. Assim parte dessa área poderia ser utilizada na diminuição da volumetria e do bloqueio solar na vizinhança.

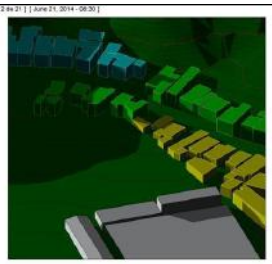
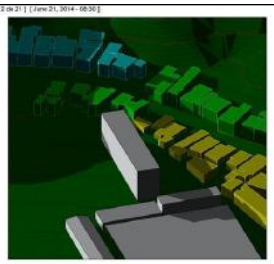
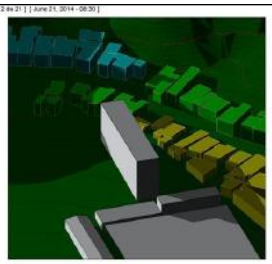
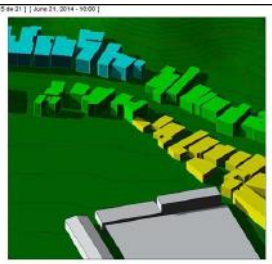
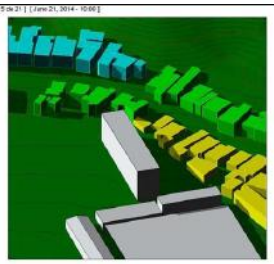
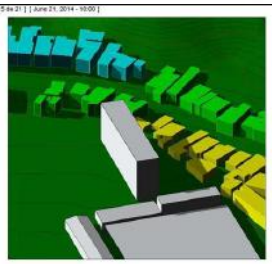
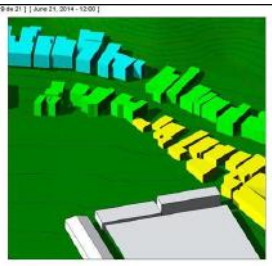
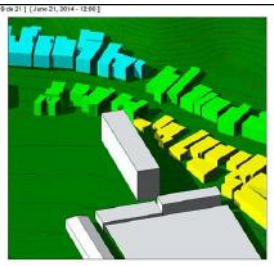
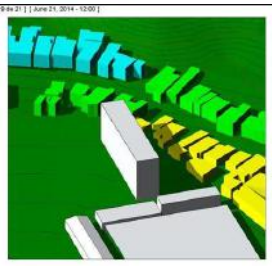
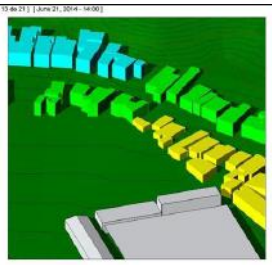
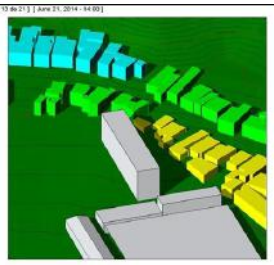
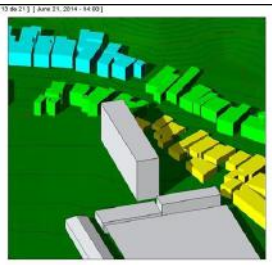
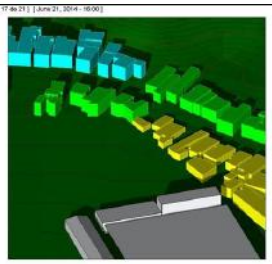
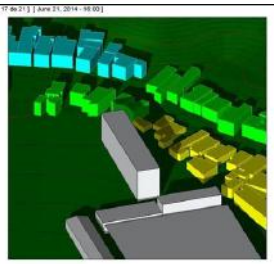
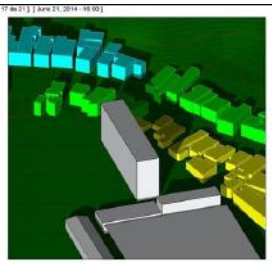
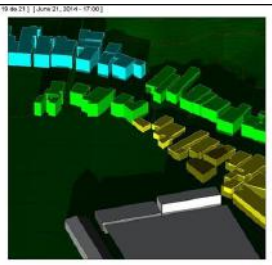
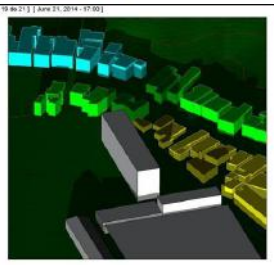
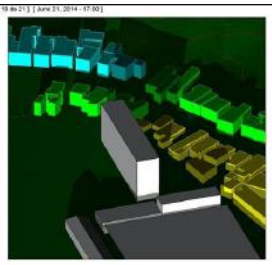
4.2 Análise do bloqueio solar na vizinhança

A partir da maquete eletrônica do Campus e entorno, foram feitos os estudos de insolação.

A Figura 4 apresenta imagens feitas para o solstício de inverno em três situações: situação atual sem edificação; com um volume edificado ocupando toda a extensão possível de área do plano diretor do Campus e 18 metros de altura; e com um volume edificado ocupando toda a extensão possível de área e 24 metros de altura. Aqui foram apresentadas imagens a partir das 8:30 min, porque até 8h da manhã do solstício de inverno a topografia do entorno bloqueia o sol, e a última hora apresentada é 17h, pois o sol já se pôs as 17:30min no dia 21 de junho em Florianópolis.

O que fica claro pelas imagens é que mesmo a proposta de uma edificação de 18 metros de altura, irá bloquear a incidência solar nas fachadas das residências unifamiliares extremantes com o Campus.

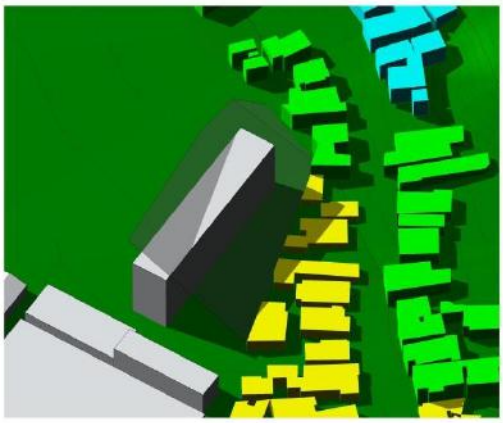
Figura 4 – Croquis da segunda proposta: instalação de painéis fotovoltaicos na fachada Norte

	Situação atual	Altura da nova edificação	
		18 m	24 m
8:30min			
10h			
12h			
14h			
16h			
17h			

Fonte: Os Autores

Para mostrar uma indicação ao futuro projetista, mas sem induzir nenhuma proposta de volumetria da nova edificação, foi elaborado um croqui de Envelope Solar (Figura 5) com a proposta de ângulos apresentados na Tabela 1.

Figura 5 – Croquis do volume máximo da nova edificação cortado com os planos inclinados do Envelope Solar indicados para Florianópolis



Fonte: Os Autores

Pelo que se observa pela imagem da Figura 05, a parede norte da nova edificação poderia permanecer com os 24 metros de altura, mas um recorte na volumetria precisaria ser idealizado na parte que fica mais próxima às edificações do entorno.

5 CONCLUSÕES

Este trabalho contribui para demonstrar a necessidade de estudos anteriores ao primeiro esboço, e principalmente ao lançamento de um partido geral. Também demonstra a necessidade de elaboração de avaliações paramétricas do aproveitamento da energia solar, e que sirvam de subsídios embasados à tomada de decisões sustentáveis aos futuros projetistas. Isto ao mesmo tempo em que sugere que estas decisões sejam fáceis de serem entendidas por todos participantes de um projeto sustentável.

A utilização de placas solares na cobertura e nos brises, deste projeto em específico, resultaria num superávit anual de energia elétrica. Esse superávit energético poderia ser utilizado por outras edificações do IFSC ou na diminuição de placas na área de cobertura e na fachada norte. Desta maneira, uma alteração no formato da edificação pode permitir uma maior incidência solar no entorno.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas acadêmicas, ao IFSC pelos recursos disponibilizados ao projeto.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15.220-3**. Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005. 30p.

BIPV DESIGN. BIPV design: Software para auxiliar no projeto de integração fotovoltaica à arquitetura elaborado. torando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - UFSC. 2013. Disponível em: <http://tecnando.com/bipvdesign/>. Acesso em: 25 fev. 2015.

BRASIL. Agência Nacional de Energia Elétrica. Resolução n. 482, de 17 de abril de 2012. Estabelece as condições gerais para o acesso de microgeração e minigeração distribuída aos sistemas de distribuição de energia elétrica, o sistema de compensação de energia elétrica, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 17 abr. 2012. Disponível em: <http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2015.

_____. Ministério de Minas e Energia. Empresa de Pesquisa Energética. Balanço Energético Nacional 2015: Ano base 2014. Relatório final. Rio de Janeiro: EPE, 2015. Disponível em: < https://ben.epe.gov.br/downloads/Relatorio_Final_BEN_2015.pdf>. Acesso em: 16 abr. 2016.

_____. Estatuto da Cidade - Lei n. 10257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 10 jul. 2001. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/l10257.htm>. Acesso em: 10 abr. 2015.

CASTRO PEREZ, D.R.; FAVERO, E. O Envelope Solar como critério para adensamento e verticalização no planejamento urbano. **Revista Intellectus**, Ano X, Nº 28, p. 33-49, Jul-Set, 2014.

CHING, F. D. K. **Introdução à Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 421p.

CHIVELET, N. M.; SOLLA, I. F. **Técnicas de Vedação Fotovoltáica na Arquitetura**. Porto Alegre: Bookman, 2010. 194p.

FLORIANÓPOLIS. Prefeitura Municipal. Instituto de Planejamento Urbano. Lei Complementar n. 482, de 17 de janeiro de 2014. Institui o plano Diretor de Urbanismo do Município de Florianópolis que dispõe sobre a política de desenvolvimento urbano, o plano de uso e ocupação, os instrumentos urbanísticos e o sistema de gestão. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/04_02_2014_12.01.39.ae8afdb369c91e13ca6efcc14b25e055.pdf> Acesso em: 07 abr. 2016.

GELLER, H. S. **Revolução Energética: políticas para um futuro sustentável**. Rio de Janeiro: Relume Dumará: USAid, 2003.

GHIZZI, E. B. Arquitetura em Diagramas: Uma Análise da Presença do Raciocínio Dedutivo-Diagramático no Processo Projetivo em Arquitetura. Cognitio-Estudos: **Revista Eletrônica de Filosofia**. Centro de Estudos do Pragmatismo – Programa de

Estudos Pós-Graduados em Filosofia – Pontíficia Universidade Católica de São Paulo. v. 3. n. 2, p. 109 – 124. jul. dez. 2006. Disponível em: <http://www4.pucsp.br/pragmatismo/dowloads/2_20cog_est_v3_n2_ghizzi_t12_109_124.pdf>. Acesso em: 06 mar. 2016.

KEELER, M. BURKE, B. **Fundamentos de Projeto de Edificações Sustentáveis**. Porto Alegre: Bookman, 2010.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K., MOREIRA, D.C., PETRECHE, J.R.D., FABRÍCIO, M.M. (Org.). **O processo de projeto em arquitetura**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay; SILVA, Carlos Alejandro Nome; TURKIENIKZ, Benamy. A methodology for sunlight urban planning: a computer-based solar and sky vault obstruction analysis. **Solar Energy**, Vol. 70, no. 3, pp. 217-226, 2001.

RÜTHER, R. **Fontes alternativas de energia**. Florianópolis: Fundação de ensino e engenharia de Santa Catarina, 2000.

SANTOS, I. P. D. **Integração de painéis solares fotovoltaicos em edificações residenciais e sua contribuição em um alimentador de energia de zona urbana mista**. 2013. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SCALCO, V.A.; PEREIRA, F.O.R.; RIGATTI, D. Impacto de novas edificações na vizinhança: proposta de método pra análise das condições de iluminação natural e insolação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 171-187, abr./jun. 2010. ISSN 1678-8621.

VILLALVA, M. G.; GAZOLI, J. R. **Energia solar fotovoltaica: Conceitos e aplicaçõe**s. São Paulo: Érica, 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

REQUALIFICAÇÃO DE UNIDADE DE ACOLHIMENTO INSTITUCIONAL PARA CRIANÇAS E ADOLESCENTES: ABORDAGEM EM JUIZ DE FORA, MG A PARTIR DO CONFORTO E PSICOLOGIA AMBIENTAL[1]

ALMEIDA, MARIANA (1); ZAMBRANO, LETÍCIA (2)

(1) UFJF, e-mail: mariana.mma@gmail.com; (2) UFJF, e-mail: leticia.zambrano@ufjf.edu.br

RESUMO

O Estatuto da Criança e do Adolescente (1990) prevê assistência às necessidades básicas para o desenvolvimento de crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade social. Correspondendo a estas definições, as unidades de acolhimento institucional garantem aos acolhidos o acesso à moradia, saúde, educação e alimentação. Entretanto, nem sempre propiciam as emoções de um lar. Sabendo que o ambiente de acolhimento institucional influencia os comportamentos emocionais e espaciais das crianças e adolescentes, torna-se fundamental pensar em como possibilitar uma melhor qualidade de vida nessas unidades, visando a convivência com as emoções de um ambiente familiar. O trabalho apresenta como objeto de estudo uma casa de acolhimento na cidade de Juiz de Fora - MG. Nesta residência, foram aplicados métodos de Avaliação Pós Ocupacional (APO) para compreensão dos comportamentos, necessidades e preferências dos usuários, bem como avaliação das inadequações espaciais e técnicas. A partir do diagnóstico obtido com os métodos de APO, foram elaboradas diretrizes projetuais que orientaram o projeto de requalificação da unidade de acolhimento realizado para o referido objeto de estudo. A requalificação da unidade de acolhimento visou propiciar à residência uma ambiência de lar adequada às demandas e aos aspectos psicossociais observados, garantindo um ambiente saudável ao desenvolvimento dos usuários.

Palavras-chave: Acolhimento institucional. Avaliação pós ocupacional. Requalificação arquitetônica.

ABSTRACT

The Brazilian Child and Adolescent Statute (1990) proclaims assistance for basic needs that are necessary for the development of socially vulnerable children and youth. In accordance to the promulgations of the statute, residential care facilities provide access to housing, health, education and food to children and youth in need. However, they often fail to provide the emotions of a home. Given that the environment of residential care facilities affect emotional and spatial behaviors of children and youth, it is key to find ways to improve quality of life in these unities, aiming at the acquaintanceship of a home. In this article, a residential care facility in Juiz de Fora – MG was studied. Post occupancy evaluation (POE) was applied to behavioral comprehension, evaluation of spatial and technical inadequacy, and necessities and preferences of the residents. The POE results were used as guidelines for

[1] ALMEIDA, Mariana; ZAMBRANO, Letícia. Requalificação de unidade de acolhimento institucional para crianças e adolescentes: abordagem em Juiz de Fora, MG a partir do conforto e psicologia ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

the requalification project proposed to the residential care facility. The goal of the requalification was to provide the facility with an atmosphere suitable to the observed demands and psychosocial aspects, ensuring that the residents are immersed in a healthy environment.

***Keywords**: Residential care. Post-occupancy evaluation. Architectonic requalification.*

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo, resultado final de um trabalho de conclusão de curso, apresenta como abordagem principal a influência do ambiente físico das unidades de acolhimento institucional no desenvolvimento e comportamento de crianças e adolescentes em vulnerabilidade social. Possui como objeto de estudo o Lar de Laura, casa de acolhimento na cidade de Juiz de Fora - MG. O foco é a disscussão sobre os comportamentos, necessidades e preferência dos usuários, além da avaliação das inadequações espaciais e técnicas da casa.

Para tanto, aplicaram-se à residência métodos de Avaliação Pós Ocupacional (APO), conjugados aos conceitos da Psicologia Ambiental, segundo os quais o ambiente influencia o comportamento, os juízos e as emoções humanas, modelando parcialmente a personalidade. A partir do diagnóstico obtido com a APO, foram elaboradas diretrizes projetuais que orientaram o projeto de requalificação arquitetônica realizado. A requalificação visou propiciar um ambiente familiar à unidade de acolhimento, considerando os comportamentos e relações observados, e adequando as condições espaciais e técnicas à demanda dos usuários.

2 METODOLOGIA

Através da aplicação dos instrumentos Análise Walkthrough, Mapa Comportamental, Poema dos Desejos e Seleção Visual foi possível apreender o espaço e as relações comportamentais existentes no Lar de Laura. As visitas à casa ocorreram durante o período de um mês, no qual foi possível acompanhar a rotina existente.

Para a identificação de problemas e aspectos positivos da residência, além de aspectos comportamentais, utilizou-se o método Análise Walkthrough. A aplicação deste método consistiu em um percurso de reconhecimento da edificação pela pesquisadora. Foram realizadas plantas, checklists e fotografias para compilção dos dados observados.

De forma a ser possível observar os comportamentos e atividades recorrentes na residência, fez-se uso do Mapa Comportamental. Para tanto, a pesquisadora percorreu os diversos ambientes, em horários alternados, representando os comportamentos em mapas esquemáticos com legendas previamente definidas.

Em relação à verificação dos desejos dos crianças para a casa de acolhimento, optou-se pelo uso do método Poema dos Desejos. A partir da apresentação de uma ficha contendo a frase "Eu gostaria que esta casa...", solicitou-se às crianças que desenhassem ou escrevessem tudo que

desejavam ou achassem que poderia ser melhor na casa.

As preferências formais, visuais e espaciais das crianças também foram objeto de análise, motivo pelo qual decidiu-se usar o instrumento Seleção Visual. Neste instrumento, foram apresentadas às crianças duas imagens para cada ambiente a seguir: sala, quarto, sala de estudos, cozinha e área externa. As imagens foram escolhidas com a intenção de apresentar um universo possivelmente novo aos participantes, sendo possível despertá-los para a existência de diferentes possibilidades em relação a layout, mobiliário, iluminação, acessos visuais, cores e revestimentos. Ao serem apresentadas duas opções diferentes de sala, quarto, etc., as crianças eram interrogadas sobre os aspectos que consideravam positivos ou negativos em cada imagem.

3 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA

O Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA), de 1990, define o acolhimento em instituições como uma medida de proteção, excepcional e temporária. O acolhimento institucional garante os direitos das crianças e adolescentes em condição de vulnerabilidade social e pessoal, ocasionada por omissão do Estado; falta, omissão ou abuso dos pais (ou responsáveis); ou em razão da própria conduta (BRASIL, 1990).

As unidades de acolhimento são residências provisórias, onde as crianças e adolescentes em situação de proteção especial permanecem até o retorno à sua família ou, em caso de impossibilidade, até serem colocadas em família substituta (MACHADO, 2011). O ECA explicita que o atendimento deve ser personalizado, em pequenas unidades físicas e grupos reduzidos de usuários, preservando as identidades dos atendidos.

4 OBJETO DE ESTUDO: LAR DE LAURA

O acolhimento institucional pode ocorrer nas modalidades abrigo, casa-lar, república e família acolhedora. O Lar de Laura é uma unidade de acolhimento do tipo abrigo, na cidade de Juiz de Fora - MG. Os abrigos atendem a crianças e adolescentes de 0 a 18 anos sob medida protetiva, com capacidade máxima para até 20 acolhidos. Durante a execução do trabalho moravam 18 crianças no Lar de Laura, sendo priorizado o atendimento a crianças entre 0 a 12 anos.

4.1 Apresentação da casa: Análise Walkthrough

A casa está situado na zona leste de Juiz de Fora, no bairro Linhares, de caráter residencial, com edificações de baixo padrão construtivo e com infra-estrutura urbana básica (Figura 1). Localiza-se em um terreno com implantação afastada da rua (Figura 2), com acesso através de uma servidão criada pelo desmembramento de um terreno maior. Tal fato é positivo para a privacidade e silêncio da residência, mas implica em uma inexistência de relação da edificação com a rua. Está cercada por uma

extensa área verde, com a qual não apresenta relação devido ao alto peitoril das janelas e inexistência de varandas.

Figura 1 – Lar de Laura (envolvido pelo círculo branco) e seu entorno



Fonte: Google Maps (2015)

Figura 2 – Implantação do Lar de Laura



Fonte: Google Maps (2015)

O controle de acesso ocorre por dois portões: um alinhado à rua principal, que permanece aberto (Figura 3), e outro que delimita a entrada para a área da casa, sempre fechado (Figura 4).

Figura 3 – Portão alinhado à rua



Fonte: Autor (2015)

Figura 4 – Portão de acesso à área da casa



Fonte: Autor (2015)

Figura 5 – Acesso ao Lar de Laura (em amarelo, portão alinhado à rua principal; em vermelho, portão de acesso à casa)



Fonte: Autor (2015)

Figura 6 – Terreno do Lar de Laura (em vermelho, portão de acesso à casa)



Fonte: Autor (2015)

A edificação, de volumetria rígida e formas pouco exploradas, apresenta dois andares, sendo locado no primeiro andar a moradia das crianças, e no segundo andar a administração e salão de festas. A entrada principal da residência não é marcante, nem interligada ao portão de acesso (Figura 7).

Figura 7 – Entrada principal da casa

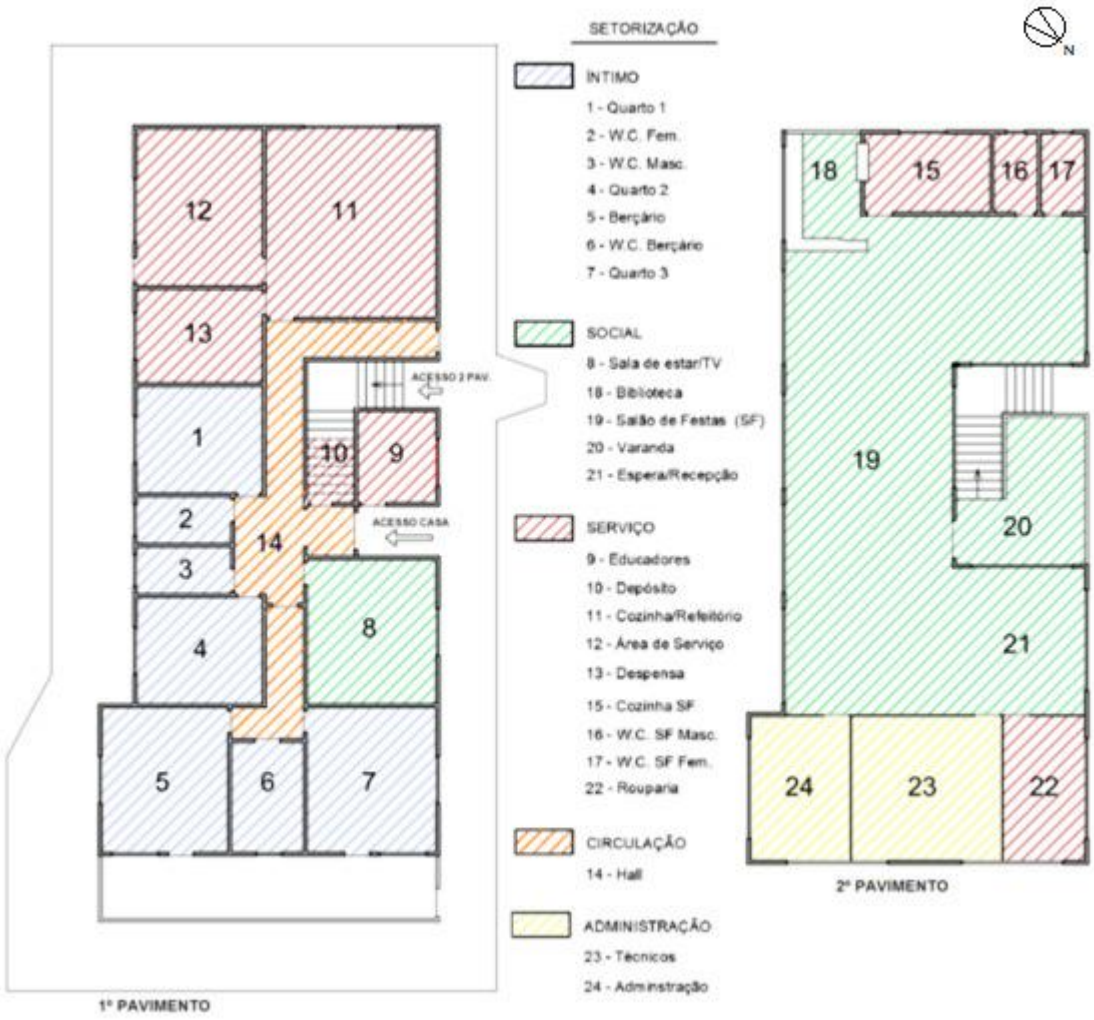


Fonte: Autor (2015)

O setor social não é bem definido e não apresenta relação com a entrada da casa. Falta espaço de transição para o interior da edificação, como um

hall de entrada. A porta de acesso à residência abre-se para um corredor, que distribui a circulação para a área íntima, social e de serviços (Figura 8)

Figura 8 – Setorização da casa

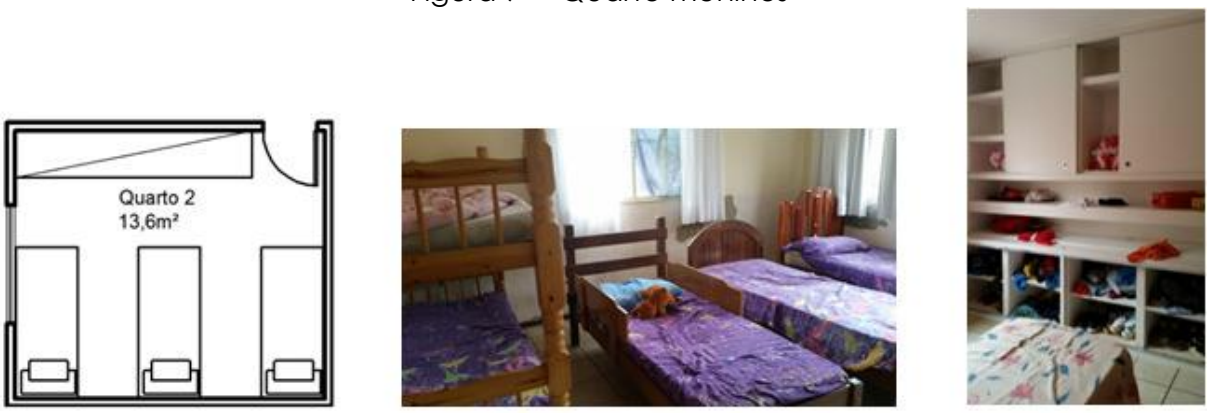


Fonte: Autor (2015)

A quantidade de quartos é insuficiente para acomodar a capacidade máxima permitida de 20 crianças. Estes estão de acordo com as Orientações Técnicas (2009) quanto à metragem mínima por ocupante, porém as dimensões são escassas para atender as necessidades e conforto dos usuários, comportando apenas camas e guarda-roupas. Sendo assim, é difícil utilizar o quarto para outras atividades a não ser para dormir (Figura 9).

Os armários possuem prateleiras, desprovidas de decoração e altas para o alcance das crianças. Há ausência de objetos pessoais. A privacidade é quase inexistente e há pouca demarcação do espaço pessoal.

Figura 9 – Quarto meninos



Fonte: Autor (2015)

A sala (Figura 10) é utilizada para diversas atividades, como brincadeiras, assistir televisão ou simplesmente descanso. Dispõe apenas de um sofá de alvenaria e um móvel para a televisão. Não há personalização do ambiente, que é branco, sem objetos decorativos e pouco aconchegante.

O espaço é insuficiente para acomodar a todos e também para atividades com diferentes grupos. A relação com a área externa é mínima, ocorrendo apenas por uma janela com peitoril alto, que dificulta o acesso visual das crianças para o exterior.

Figura 10 – Sala de estar e televisão



Fonte: Autor (2015)

A quantidade de banheiros está adequada às Orientações Técnicas (2009), sendo separados em feminino, masculino, e do berçário. Entretanto, não estão adequados às normas de acessibilidade. Não há banheiro de serviços e, por isso, os banheiros do salão de festas no segundo pavimento são utilizados pelos funcionários. Também inexiste um ambiente para os funcionários, onde seria possível descansar, guardar os pertences pessoais e prestar atendimento.

A cozinha (Figura 11) apresenta espaço destinado à mesa de alimentação reduzido em relação ao espaço destinado ao preparo de alimentos. A mesa é pequena e não acomoda a todos os usuários da casa simultaneamente. Observa-se que a aparência e dimensionamento remetem à imagem de cozinhas industriais: ampla, branca e fria, sem aconchego.

Figura 11 – Cozinha



Fonte: Autor (2015)

A área de serviço (Figura 12) possui dimensões excessivas em relação aos demais cômodos da residência. A área externa na porção posterior da casa é utilizada como apoio para estender roupas. Esta área é aberta e não apresenta restrição de acesso às crianças. Apresenta riscos devido à presença de um talude que foi visto sendo escalado por algumas crianças.

Os mantimentos chegam em um caminhão, que estaciona na área externa em frente à casa devido a falta de local exclusivo para carga e descarga (Figura 13). Não existe estacionamento na instituição e constata-se ser esta uma necessidade evidente.

Figura 12 – Área de serviço



Fonte: Autor (2015)

Figura 13 – Caminhão estacionado na área externa



Fonte: Autor (2015)

A área externa (Figura 14) em frente à residência encontra-se atualmente em terra batida, possui apenas dois bancos e uma mesa para jogo de dama. Em dias chuvosos, é difícil de ser utilizada, pois no chão formam-se poças de água e lama (Figura 15). O solário (Figura 16), área de apoio às crianças pequenas, possui poucos brinquedos. Está em uma área aberta e, quando chove, é impossível ser utilizado.

Figura 14 – Área externa



Fonte: Autor (2015)

Figura 15 – Poças na área externa, bancos e mesa de dama



Fonte: Autor (2015)

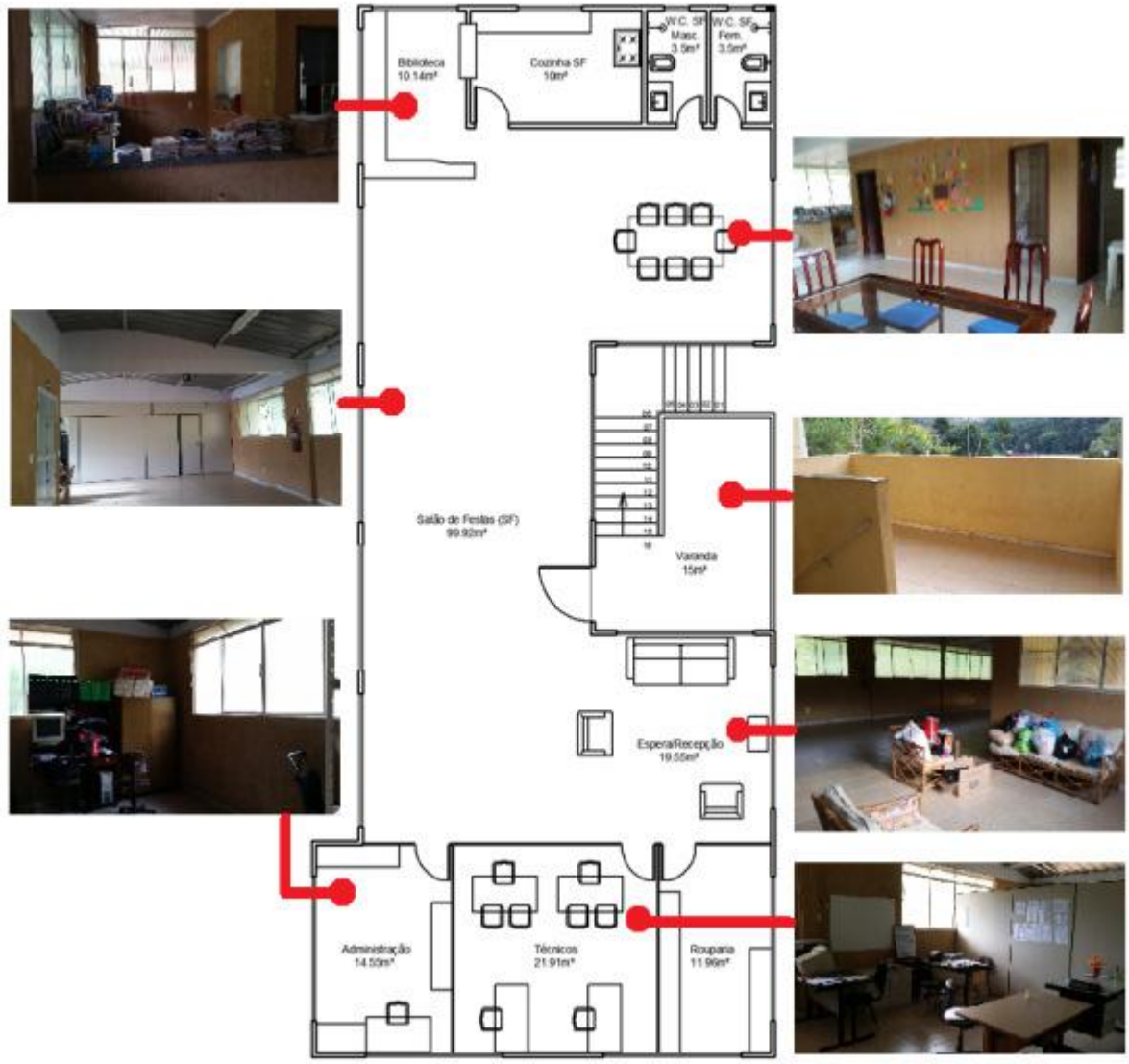
Figura 16 – Solário



Fonte: Autor (2015)

O acesso ao segundo andar da casa (Figura 17) ocorre por uma escada localizada na área externa. Neste andar, há um salão de festas, cozinha e banheiros de apoio. Há uma área adaptada como biblioteca para as crianças, pouco utilizada. Encontra-se também a área administrativa da residência. Entretanto, não há separação entre a área técnico-administrativa e área das crianças, como recomendado pelas Orientações Técnicas (2009).

Figura 17 – Segundo pavimento da casa (esquerda para direita): biblioteca, salão de festas, área de espera/recepção, sala da administração e sala dos técnicos



Fonte: Autor (2015)

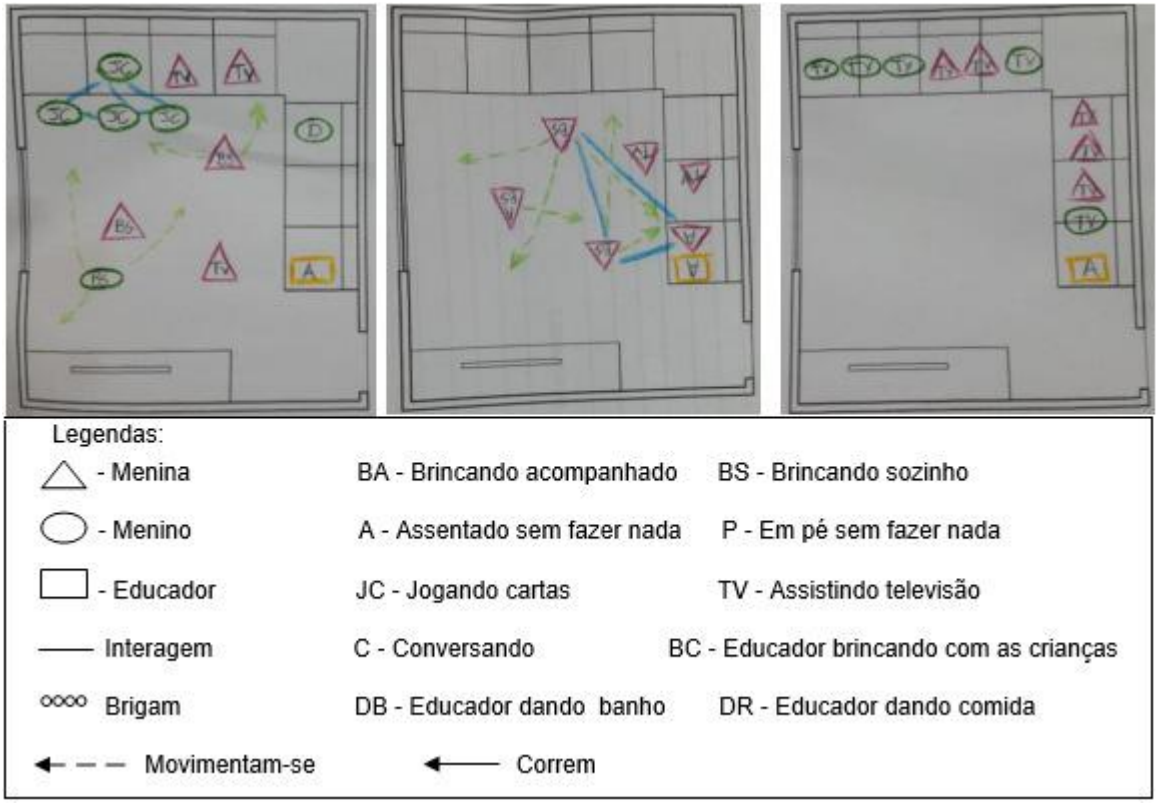
4.2 Compreensão das relações no espaço: Mapa Comportamental

Para a aplicação do Mapa Comportamental, realizava-se, sobre a planta baixa de cada ambiente, esquemas gráficos que representavam os comportamentos nos diferentes horários de observação, a exemplo da Figura 18. Com este método foi possível notar que a área externa, sala e quarto das meninas são os ambientes que apresentam indícios de territorialidade, tentativas de demarcação de espaço pessoal e apropriação. A privacidade é dificuldade na maioria dos ambientes, sendo difícil estabelecer limites de acesso de outros, e escolha ou não pela interação.

Os comportamentos são influenciados pelo tamanho dos ambientes e disponibilidade de mobiliário, entretanto as atividades ocorrem

independente da adequação dos ambientes, se adaptando à realidade existente. Como exemplo, devido a falta de mesas na área externa, observa-se o a atividade de cartas nos degraus das escadas, mas a brincadeira não deixa de ocorrer.

Figura 18 – Mapa Comportamental da sala às 10:30h, 15:00h e 16:00h, respectivamente

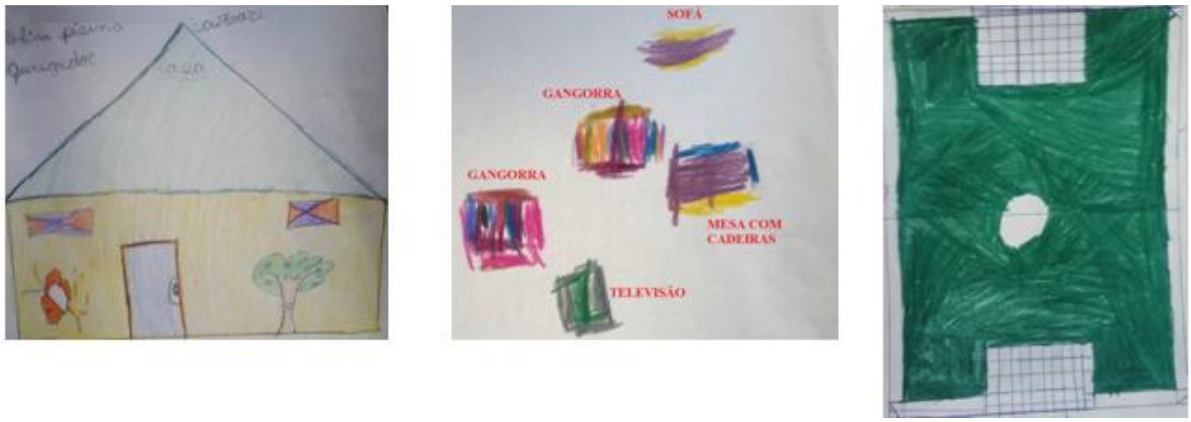


Fonte: Autor (2015)

4.3 Desejos e preferências dos usuários: Poema dos Desejos

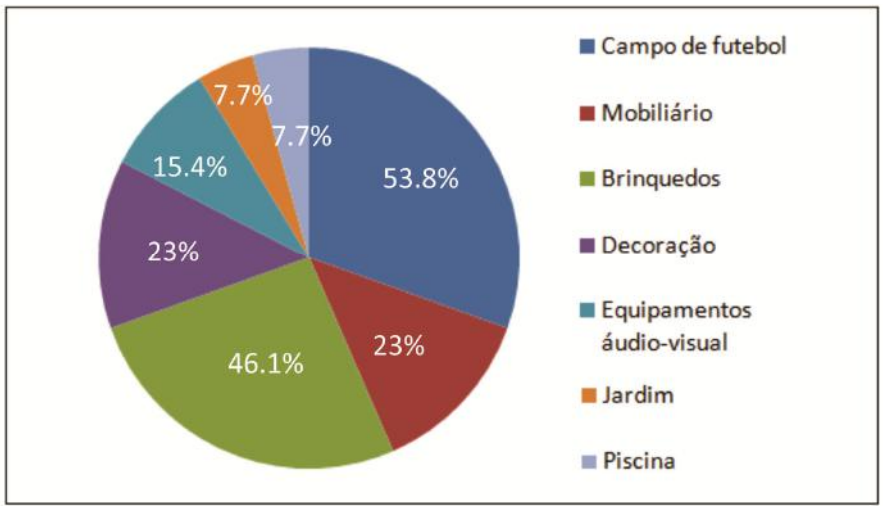
O instrumento Poema dos Desejos permitiu uma primeira identifcação dos desejos e opiniões das crianças em relação ao ambiente em que vivem. Pode-se afirmar que, como forma de garantir seu bem-estar e satisfação, os maiores anseios são por área de lazer, mobiliário confortável e possibilidade de personalização dos ambientes (Figura 20).

Figura 19 – Resultado Poema dos Desejos



Fonte: Autor (2015)

Figura 20 – Compilação de dados do Poema dos Desejos



Fonte: Autor (2015)

4.4 Desejos e preferências dos usuários: Seleção Visual

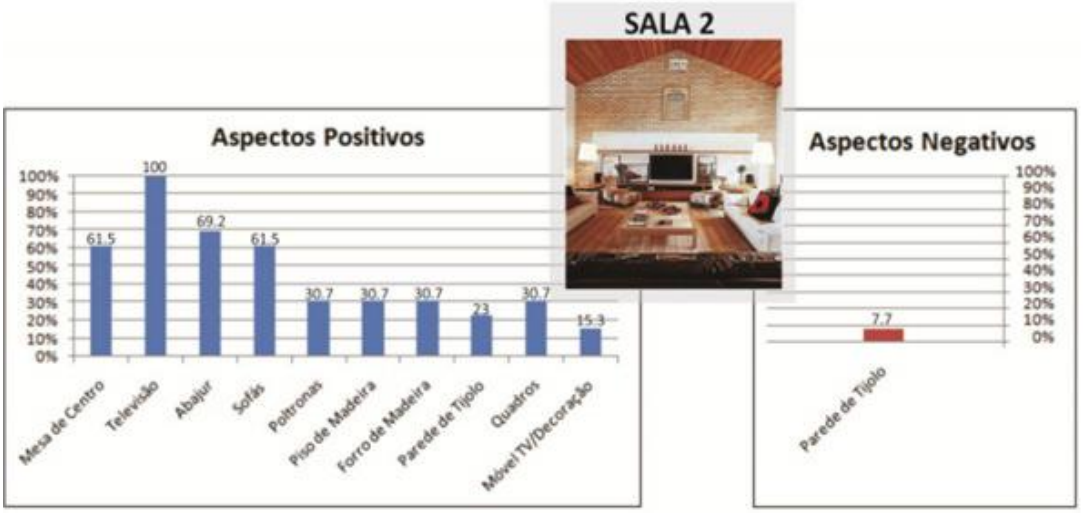
A partir do método Seleção Visual foi possível a verificação das preferências dos respondentes em relação a dimensionamento dos ambientes, cores, iluminação, paisagem, acessos visuais, entre outros elementos. Além disso, compreendeu-se o que para eles é importante, mas é inexistente ou ruim no Lar de Laura. A escolha das imagens da sala (Figuras 21 e 22), por exemplo, verificou preferências em relação a cores mais sóbrias ou alegres, relação visual com externa ou não, diferentes revestimentos nas paredes e teto, e objetos de decoração.

Figura 21 – Exemplo de compilação de dados da Seleção Visual



Fonte: Autor (2015)

Figura 22 – Exemplo de compilação de dados da Seleção Visual



Fonte: Autor (2015)

5 RESULTADOS

A aplicação dos instrumentos de APO, conjugados aos conceitos da Psicologia Ambiental, permitiu a compreensão das relações e comportamentos existentes no Lar de Laura, análise de desejos e necessidades dos usuários, deficiências técnicas-estéticas e inadequação dos ambientes. A partir deste diagnóstico, foram desenvolvidas diretrizes projetuais, que serviram de base ao projeto de requalificação arquitetônica apresentado no subtópico seguinte. Essas diretrizes estão enumeradas em forma de recomendações, na matriz de descobertas esquematizada abaixo (Tabela 1).

Tabela 1 – Matril de descobertas

Instrumentos: Análise Walkthrough **(AW)** I Seleção Visual **(SV)** Poema dos Desejos **(PD)** I Mapa Comportamental **(MP)**			
	DESCOBERTAS	**INSTRUMENTOS**	**RECOMENDAÇÕES**
CASA	Volumetria é rígida. Formas pouco exploradas. Pouca estimulação sensorial com cores e texturas diferentes.	AW	Volumetria com altos e baixos e diferentes texturas. Remeter a imagem de "casa".
	Entrada principal da casa não é bem definida.	AW	Destaque da entrada principal na fachada.
	Portões de entrada afastados e sem direcionamento para o interior da casa.	AW	Fluxo até a entrada a partir do portão de acesso.
	Não há estacionamento de veículos.	AW	Área para estacionamento e carga e descarga.
	Não há entrada de serviços.	AW	Entrada de serviço interligada à área externa.
	Inexiste relação da casa com a área externa.	AW, PD, SV	Janelas com peitoril baixo, varandas e portas para relação com área externa.
	Acessibilidade não é contemplada nos ambientes.	AW	Acessibilidade nos banheiros e 2pav.
ÁREA EXTERNA	Área externa em terra batida, com pouco mobiliário e sem brinquedos.	AW PD, SV	Mobiliário de apoio (mesas e bancos), brinquedos e quadra.
	Utilizada para caminhar, permanecer ao ar livre e brincar.	MP, PD, SV	Espaço livre para correr.
	Área do pomar improvisada.	AW, PD	Definir área para horta e pomar
	Área externa é toda descoberta.	AW, SV	Área externa coberta.
QUARTOS	QUantidade de quartos é insuficiente.	AW	Necessidade de mais um quarto.
	Foram visto pouco em uso.	AW, MP, PD, SV	Comportar outras atividades além do repouso.
	Falta privacidade, personalização e territorialidade.	AW, PD, SV	Possibilitar personalização, territorialidade, demarcação de espaço pessoal e individualidade.
SALA	As crianças menores usam a sala para brincar.	AW	Espaço no berçário para realização de atividades com os bebês.
	Dmensões reduzidas e pouco mobiliário de apoio.	AW, MP	Espaço para todos os usuários em conjunto e diferentes atividades.
	Impossível a privacidade.	AW, PD, SV, MP	Cantinhos para permanecer a sós.
	Falta aconchego e decoração.	AW, PD, SV	Aconchego: sofás, almofadas, tapetes.

	Não há relação com área externa.	AW, PD, SV, MP	Varandas para integração de atividades externas e internas.
COZINHA	Área de refeição pequena.	AW	Espaço para refeições maior.
	Cadeiras dos bebês bloqueiam o acesso à cozinha.	AW	Espaço para disposição de cadeiras de bebês.
	Mesa pequena, sem cadeiras individuais.	AW, SV	Mesa de alimentação maior e com cadeiras individuais.
	Cozinha é ampla e fria.	AW, SV	Humanização e aconchego.

Fonte: Autor (2015)

Além disso, verificou-se ser necessária a criação de um hall de entrada, uma sala de estudos/biblioteca, uma sala para funcionários e banheiros de serviço.

5.1 Requalificação da casa

Buscou-se atender as diretrizes estabelecidas mantendo ao máximo os limites da residência e a setorização já existente, a partir de um melhor aproveitamento dos espaços com a proposição de mobiliário planejado. A seguir são apresentadas, em forma de tópicos, as decisões projetuais em relação à planta baixa, tratamento de fachada e volumetria, além das soluções propostas para cada ambiente, como quartos, berçário, cozinha, sala de estudos e biblioteca, sala de estar e televisão, e área externa.

TÉRREO (Figuras 23, 24 e 25)

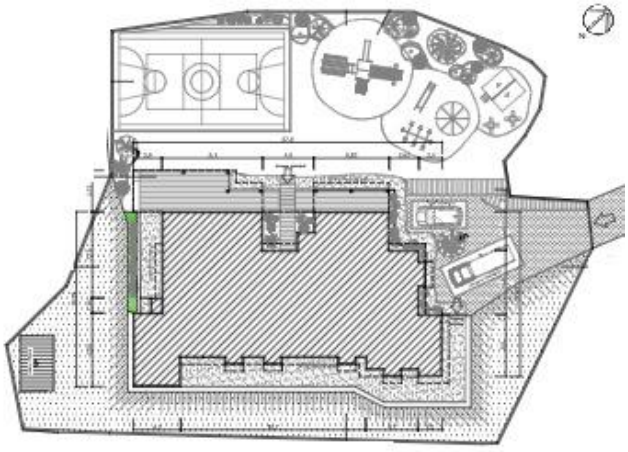
- Acesso principal da casa direcionado a partir do portão de entrada, por pisos e varandas que indicam o percurso;
- Entrada de serviços pelos fundos, limitada por um portão próximo ao estacionamento de carga e descarga proposto;
- Criação de um hall de entrada, onde se anexou uma plataforma elevatória para tornar acessível o segundo pavimento, e a escada, que passa a fazer parte do volume interno da residência;
- Banheiro do berçário acessível;
- Sala e cozinha ampliadas;
- Quartos do mesmo tamanho, entretanto com a adição de mais um quarto, aproveitando a área onde antes era a despensa;
- Criação de uma nova despensa em anexo ao lado da área de serviço, onde locou-se também a rouparia, antes no segundo pavimento.

SEGUNDO PAVIMENTO (Figuras 24 e 25)

- Área técnico-administrativa separada da área de uso pelas crianças;
- Espaço do salão de festas redivido, com proposta de sala de estudos e biblioteca;

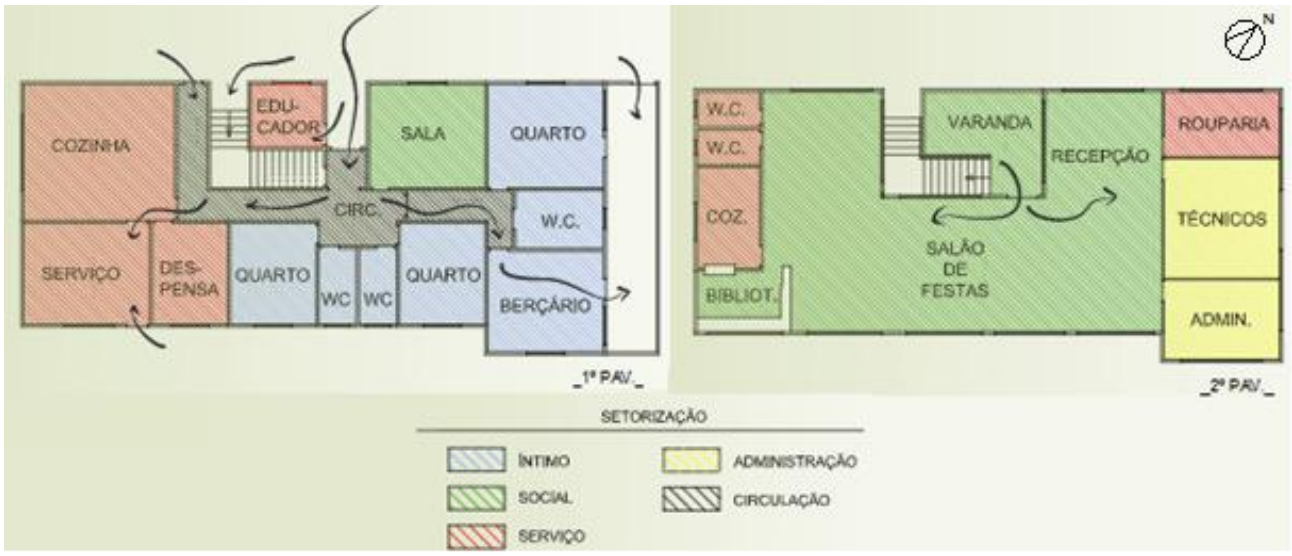
- Banheiro do salão de festas acessível;
- Criação de banheiros de serviço na área técnico-administrativa;
- Criação de sala para funcionários.

Figura 23 – Implantação da residência no terreno



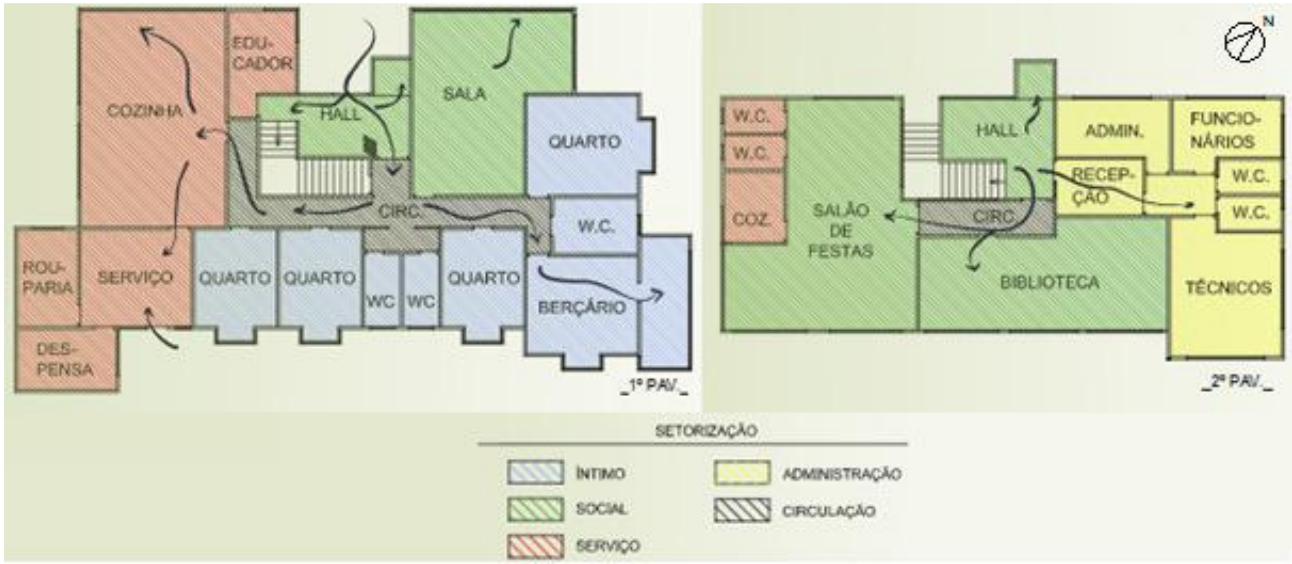
Fonte: Autor (2015)

Figura 24 – Planta baixa existente 1º e 2º pav. (setorização e fluxos)



Fonte: Autor (2015)

Figura 25 – Planta baixa proposta 1º e 2º pav. (setorização e fluxos)



Fonte: Autor (2015)

FACHADA E VOLUMETRIA (Figuras 26 e 27)

- Cor amarela mantida por ser forte referência atual;
- Revestimento cerâmico amarelo na parte inferior trocado por tijolo aparente, material que as crianças possuem contato em suas casas de origem;
- Criação de varandas, que possibilitaram a quebra de rigidez da volumetria;
- Telhados com telha colonial, remetendo a imagem típica de 'casa' assimilada por crianças;
- Destaque da entrada principal a partir da criação de pergolado e de uma torre para plataforma elevatória;
- Troca de esquadrias de ferro por madeira, trazendo maior aconchego à residência.

Figura 26 – Perspectiva da casa



Fonte: Autor (2015)

Figura 27 – Perspectiva da casa



Fonte: Autor (2015)

QUARTOS E BERÇÁRIO (Figuras 28, 29 e 30)

- Proposta de mobiliário planejado e cores que estimulem identidade, personalização e demarcação de território, como beliche, mesa de estudos e armários individuais, nichos para objetos de decoração e camas com gavetões.
- Modificação da janela, trazendo referência ao modelo 'baywindow', para ser possível também atividades em grupo nos quartos;
- Proposta de um quarto acessível;
- Espaço, onde antes era o solário, anexado ao berçário para atividades com os bebês;

Figura 28 – Quartos 1,2 e 3





Fonte: Autor (2015)

Figura 29 – Quarto 4 (acessível)





Fonte: Autor (2015)

Figura 30 – Berçário



Fonte: Autor (2015)

SALA DE ESTUDOS E BIBLIOTECA (Figura 31)

- Tapetes, pufes e almofadas para leitura e aconchego;
- Mesa redonda grupal e mesas individuais de estudo;
- Quadro de giz e varal de desenhos para personalizção.

Figura 31 – Sala de estudos e biblioteca



Fonte: Autor (2015)

SALA DE ESTAR E TELEVISÃO (Figura 32)

- Possibilidade de diversas atividades ao mesmo tempo a partir da ampliação da sala;
- Criação de cantos para permanecer a sós ou em grupo reduzido, sendo possível maior privacidade e territorialidade;
- Mobiliário confortável e aconchegante (tapetes, sofás, almofadas);
- Proposta de mesa de centro para apoio a brincadeiras;
- Decoração do ambiente e uso de cores para personalização;
- Integração com a área externa por meio da proposição de varanda.

Figura 32 – Sala de estar e televisão



Fonte: Autor (2015)

COZINHA (Figura 33)

- Cozinha ampliada e integrada com a área externa por meio de varanda;
- Mesas com cadeiras individuais e quantidade adequada aos moradores, estimulando espaços pessoais;
- Espaço para dispor cadeira dos bebês;
- Cores, azulejos e móveis de madeira para humanização e aconchego da cozinha;

Figura 33 – Cozinha

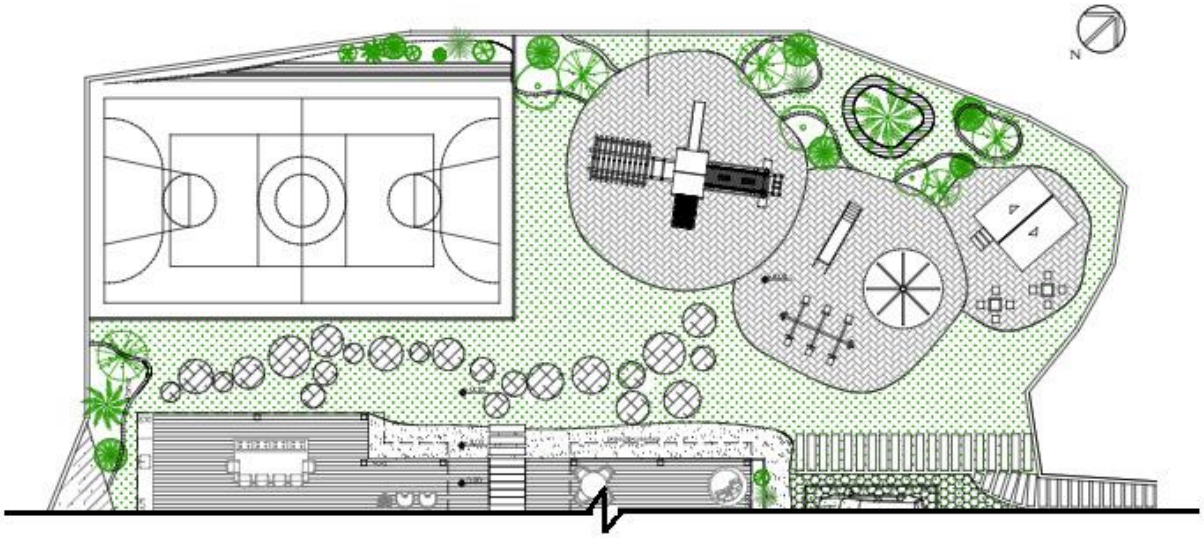


Fonte: Autor (2015)

ÁREA EXTERNA (Figuras 34 e 35)

- Quadra de futebol cimentada;
- Playground, cercado de areia, parede de escalar, casinha de boneca, mesa de damas;
- Área livre para correr;
- Jardins delimitados;
- Proposta de estacionamento e carga-descarga;
- Varandas cobertas;
- Alvenaria e cobogó para delimitar terreno.´

Figura 34 – Planta baixa área externa



Fonte: Autor (2015)

Figura 35 – Área externa (quadra, playground e varanda)



Fonte: Autor (2015)

6 CONCLUSÃO

As unidades de acolhimento precisam ser indutoras ao desenvolvimento humano daqueles a quem propiciam apoio. Devem ser um lugar de apego, aconchegante e seguro, carregado de significados e lembranças. O apego ao lugar promove o bem estar e a transformação social das pessoas, além de ajudar na construção da identidade. As casas de acolhimento precisam ser um ambiente com o qual os acolhidos se envolvam e apresentem relações de afeto. Para tanto, devem corresponder não somente aos aspectos determinados pelo ECA e recomendados pelas Orientações Técnicas (2009), mas, principalmente, contar com elementos arquitetônicos e decorativos que envolvam aspectos psicossociais e comportamentais.

Na elaboração do projeto arquitetônico atual do Lar de Laura não houve um processo de projeto analítico e participativo. Com isso, percebe-se que o programa de necessidades não é adequado e faltam reflexões e indicadores subjetivos que orientem a arquitetura de qualidade. O projeto de requalificação apresentou metodologia que considerou a opinião dos usuários para as definições projetuais realizadas, sendo possível propiciar à unidade de acolhimento um caráter de lar adequado às demandas e aos aspectos psicossociais observados. A requalificação foi apresentada aos responsáveis pela área de acolhimento institucional da Prefeitura de Juiz de

Fora. Estes demonstraram deveras interesse no projeto e sensibilizaram-se com a metodologia adotada, reconhecendo a importância da participação dos usuários do serviço no processo de projeto para a garantia de um ambiente ambiente saudável ao desenvolvimento das crianças.

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Lei Federal nº 8.069**, de 13 de julho de 1990. Estatuto da Criança e do Adolescente. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8069.htm>. Acesso em: 20 mar. 2011.

_____. **Orientações técnicas: Serviços de acolhimento para crianças e adolescentes**. Ministério do Desenvolvimento social e Combate à Fome. Secretaria Nacional de Assistência Social. Brasília: Departamento de Proteção Social Especial, 2009.

MACHADO, V. R. **A atual política de acolhimento institucional à luz do estatuto da criança e do adolescente**. Revista de Serviço Social, Londrina: v. 13, n. 2, p. 143 -169, 2011.

RIZZINI, I. **A institucionalização de crianças no Brasil: percurso histórico e desafios do presente**. Rio de Janeiro: Ed. PUC - Rio, 2004.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ORIENTAÇÃO ESPACIAL SOB O PONTO DE VISTA DA ACESSIBILIDADE: CASO DE UM TERMINAL AEROPORTUÁRIO[1]

ANDRADE, Isabela Fernandes (1); BINS ELY, Vera Helena Moro (2); ZANCHIN, Mayara (3); RODEGHIERO NETO, Italo (4)

(1) UFPel, e-mail: acessiarq@gmail.com; (2) UFSC, e-mail: vera.binsely@gmail.com; (3) UFPel, e-mail: maayfrizzo@gmail.com; (4) UFPel, e-mail: rodeghiero.hoe@gmail.com.

RESUMO

Esta pesquisa teve o objetivo de identificar como diferentes indivíduos se orientam espacialmente em um terminal aeroportuário. Por orientação espacial entende-se a capacidade do indíviduo de se localizar no espaço e definir suas estratégias de deslocamento. A amostra contemplou idosos, pessoas com dificuldades físico-motoras – em cadeira de rodas e que utilizam muletas – e pessoas com deficiências visuais – cegos e pessoas com baixa visão. Dois métodos foram utilizados para o desenvolvimento deste estudo, ocorrido no Aeroporto Internacional de Pelotas: entrevistas focalizadas e passeios acompanhados. Os resultados demonstraram, por exemplo, que as idosas, durante as entrevistas, afirmaram se orientar espacialmente a partir da informação oral – pois os espaços, em geral, possuem sinalização ilegível. Porém, durante a realização do passeio acompanhado, a participante desenvolveu todas as atividades propostas seguindo, apenas, a sinalização visual existente (placas). Com isso, pode-se interpretar que a associação de um layout do terminal de fácil leitura – no caso de Pelotas, linear –, concentração das principais atividades em locais estabelecidos (embarque à direita e desembarque à esquerda de quem entra no edifício), bem como aplicação de sinalização adicional em locais de tomada de decisão podem sanar possíveis dúvidas dos indivíduos e possibilitar que se orientem sem o auxílio de terceiros.

Palavras-chave: Orientação espacial. Acessibilidade. Terminal aeroportuário. Passeio acompanhado. Entrevista focalizada.

ABSTRACT

This research aimed to identify how different individuals are oriented spatially in an airport terminal. Spatial orientation means the individual's ability to locate and define with their shifting strategies. The sample included the elderly, people with physical and motor difficulties - wheelchair users and crutch people - and visually impaired people - blind and people with low vision. Two methods - focused interview and accompanied walk - were used to develop this study, which occurred in Pelotas International Airport. The results demonstrated elderly people, during the focused interview, said spatially orient from the oral information - for spaces in general have garbled signals, for example. However, while performing the accompanied walk, the participant developed all proposed activities following only the existing visual signs. It can be interpreted that the combination between an easy-reading terminal layout – a linear one –, concentration of the main activities in designated areas (boarding right and landing to the left as building entrance) and as the application of

[1] ANDRADE, Isabela Fernandes *et al.* Orientação espacial sob o ponto de vista da acessibilidade: caso de um terminal aeroportuário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

additional signaling in decision-making locations can solve possible doubts of individuals and allow it to guide without a third-party assistance.

***Keywords**: Spatial Orientation. Accessibility. Airport Terminal. Accompanied Walk. Focused Interview.*

1 INTRODUÇÃO

O Brasil possui amplo desenvolvimento nos setores agrícola, minerador, de serviços e, tem no turismo, uma das áreas mais promissoras para a economia de várias regiões do país (IBGE, 2010). O governo federal divulgou que cerca de um milhão de estrangeiros visitaram o Brasil durante o evento esportivo da Copa do Mundo de Futebol, realizado em 2014, segundo dados do Ministério do Turismo. Cabe ressaltar que as delegações - oriundas de outros países - chegaram ao Brasil pelos aeroportos, assim como os expectadores estrangeiros (voos internacionais). Grande parte da população brasileira utilizou os terminais aeroportuários, também, no deslocamento entre as cidades-sede da Copa, através de voos domésticos (DE SOUZA, 2014). Segundo a Secretaria de Aviação Civil (SAC), ao todo, 17,8 milhões de passageiros circularam pelos aeroportos brasileiros entre 10 de junho e 15 de julho de 2014. Tendo em vista que o Brasil sediou a Copa do Mundo de Futebol em 2014 e, em 2016 as Olimpíadas e Paraolimpíadas, o presente trabalho teve como objetivo identificar como diferentes usuários se orientam espacialmente, seja em um ambiente conhecido ou não, revelando suas dificuldades e facilidades ao longo dos percursos realizados. A orientação espacial, um dos quatro componentes da acessibilidade espacial (Dischinger, Bins Ely e Piardi, 2012), é a relação existente entre as informações arquitetônicas e adicionais do ambiente – como placas e letreiros – com a capacidade do indivíduo de receber e compreender tal informação. Em um ambiente extenso, que não permite sua total identificação a partir de um único ponto, por exemplo, a presença de mapas e placas informativas contribui para a orientação do usuário. Por acessibilidade espacial (Dischinger, Bins Ely e Piardi, 2012) entende-se a possibilidade de acesso aos diferentes lugares por qualquer pessoa, identificando as atividades que ali ocorrem e possibilitando o uso dos equipamentos disponíveis de forma independente e segura. A fim de garantir as condições de acessibilidade espacial, Dischinger, Bins Ely e Piardi (2012) indicam que devem ser considerados os quatro componentes da acessibilidade: orientação espacial (já citado), deslocamento, (referente às condições de movimento e livre fluxo em percursos tanto horizontais como verticais), uso (possibilidade de todos os indivíduos realizarem atividades e utilizarem os equipamentos do espaço de forma igualitária) e comunicação (corresponde à possibilidade de troca de informação interpessoal ou com utilização de tecnologia assistiva).

1.1 Orientação Espacial

Conforme Bins Ely, Dischinger e Mattos (2002) "Estar orientado significa saber onde se está no espaço e no tempo, e poder definir seu próprio

deslocamento. Para orientar-se o indivíduo precisa receber informação do ambiente a partir de sua arquitetura e de mensagens adicionais".

Uma das mais antigas citações relacionadas a orientação espacial deve-se a literatura médica-neurológica. Artur e Passini (2002) relataram casos de pacientes com lesões cerebrais que ficaram incapazes de compreender sua localização e definir como chegar a qualquer destino conhecido e, dessa forma, perderam a habilidade de projetar mapas mentais. O termo "orientação espacial" foi utilizado, pela primeira vez, pelo arquiteto Kevin Lynch. Ele traz a sociedade o conceito e nomeia o mapa mental como "imagem". Esta imagem, segundo suas palavras, possibilita "interpretar a informação e guiar a ação." Porém, é com os cognitivistas dos anos 70 – como Steve Kaplan e Roger Downs – que a orientação espacial incorporou as técnicas humanas de percepção, cognição e tomada de decisão. Este foi batizado de "wayfinding", que pode ser traduzido como "achando o caminho".

Segundo Bins Ely (2004), pode-se dividir a orientação espacial em duas categorias: Fenômeno Estático (Spatial Orientation), onde será considerado bem orientado o indivíduo que conseguir se situar dentro de sua visualização mental - proposta do trabalho - e Fenômeno Dinâmico (Wayfinding), ligado a mobilidade individual, seguido de três estágios: processamento da informação, tomada de decisão e execução da decisão. Neste trabalho, entende-se por orientação espacial a possibilidade do indivíduo de criar mapas mentais ao longo de seu deslocamento. Sendo assim, tanto o fenômeno estático quanto o dinâmico devem ocorrer de forma simultânea.

1.2 Diferentes Usuários do Espaço e suas Limitações

Uma pessoa com mobilidade reduzida é aquela que, temporária ou permanente, tem limitada sua capacidade de se relacionar com o meio e de utilizá-lo. Entende-se por pessoa com mobilidade reduzida – segundo a NBR 9050/2015 – aquela com deficiência, mas também idosos, pessoas com obesidade mórbida, gestantes, com crianças de colo entre outros.

Neste trabalho estão expostos os resultados atingidos a partir da pesquisa de indivíduos com deficiência visual e físico-motora, além de pessoas idosas. Por dificuldade da formação de um grupo com o número mínimo de pessoas com deficiência auditiva, estes não entraram nas avaliações da pesquisa. Devido à variedade de indivíduos, cada um apresenta limitações específicas frente seu deslocamento, orientação, comunicação e uso no espaço.

Os graus de deficiência visual podem variar, ocorrendo desde uma perda pequena da capacidade visual até a cegueira. Dischinger et. al. (2012) evidenciam que pessoas com baixa visão podem ter dificuldades, como "[...] não poder reconhecer uma face, não conseguir orientar-se e deslocar-se espacialmente, não distinguir contornos de um ambiente pela ausência de visão periférica, não poder focar no objeto desejado ou não poder ler sem auxílio de instrumentos na falta de visão central [...].". A pessoa com cegueira total encontrará dificuldades mais acentuadas, pois não tem

noção espacial de onde os objetos localizam-se e onde haverá perigos eminentes, como escadas ou elevadores.

As necessidades espaciais dos idosos, segundo Dorneles (2006) podem ser divididas em três categorias: físicas (relacionadas à saúde física, segurança e conforto dos usuários no ambiente), informativas (promovem interação entre os indivíduos) e sociais (correlacionadas ao modo como a informação do ambiente será processada).

Pessoas com deficiência físico-motora enfrentam inúmeras dificuldades em tarefas cotidianas e relacionadas, principalmente, a falta de estrutura do ambiente construído. Algumas limitações para pessoas em cadeiras de rodas evidenciam-se na ausência de rampas de acesso a edifícios. Ainda, em locais de grande público, a escolha do local de fixação da sinalização pode causar dificuldades para enxergar e fazer a leitura de letreiros informativos. Para pessoas que utilizam muletas, a execução de atividades que necessitem dos dois braços constitui a maior dificuldade, visto que são os braços que garantem o suporte e o equilíbrio do corpo.

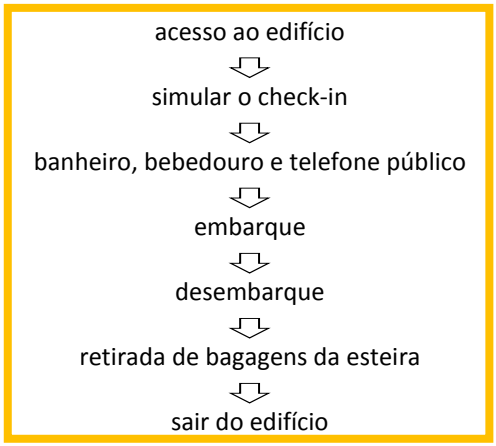
2 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste projeto foi necessária, inicialmente, a condução de uma pesquisa bibliográfica acerca dos principais temas estudados. A seguir, foram aplicados três métodos: visita exploratória, passeio acompanhado e entrevista focalizada. Os resultados aqui discutidos evidenciam, entretanto, apenas dois destes. A escolha por diferentes métodos de pesquisa deu-se a fim de ratificar os resultados atingidos quanto as possíveis limitações evidenciadas pelos usuários do espaço.

2.1 Passeio Acompanhado – Accompanied Walk

Desenvolvido por Dischinger (2000), consiste na realização de visitas ao local de estudo - Terminal Aeroportuário de Pelotas -, na companhia de um entrevistado. Este deve cumprir uma série de atividades previamente determinadas e, ao longo do percurso – conforme figura 1 –, o pesquisador deve observar seu comportamento sem auxiliá-lo ou conduzi-lo.

Figura 1 - Percurso do Passeio Acompanhado.



Fonte: Os autores.

A finalidade do passeio acompanhado – nesta pesquisa – é revelar as dificuldades e facilidades enfrentadas pelas pessoas em relação, principalmente, à orientação espacial.

O método foi aplicado com 3 indivíduos: idoso, pessoa em cadeira de rodas e pessoa com deficiência visual.

2.2 Entrevista Focalizada – Focused Interview

A entrevista focalizada busca conhecer a experiência dos entrevistados a respeito de determinado assunto. A técnica foi aplicada em três grupos distintos: o grupo 1 foi formado por idosas; o grupo 2 foi composto por pessoas com deficiências físico-motoras (pessoas em cadeiras de rodas e usuários de muletas) e; o grupo 3 foi formado por pessoas com deficiências visuais (cegos e pessoas com baixa visão). Durante sua aplicação, os materiais utilizados no experimento foram máquina fotográfica e gravador de voz.

Entrevistas focalizadas costumam ser mais eficientes que entrevistas individuais, pois levam a pessoa a lembrar de experiências semelhantes que podem contribuir com a pesquisa. Os pesquisadores foram estimulando os participantes a desenvolverem e expressarem opiniões através de perguntas, tais como:

- O que você entende por orientação espacial?
- Como você se orienta em aeroportos?
- Comente suas experiências particulares em aeroportos.
- Quais fotos possuem recursos que tornam o ambiente de fácil/difícil navegação? Por quê?
- Como seria a orientação ideal em aeroportos?

Em seguida, foi realizada a técnica chamada Jogo de Imagens, na qual foram dispostas vinte e quatro imagens sobre a mesa. Estas imagens estão relacionadas a equipamentos / facilitadores de um ambiente complexo para os grupos 1 e 2 apresentados anteriormente (pessoas em cadeiras de rodas e usuários de muletas e idosas). Solicitou-se que cada participante escolhesse uma imagem relacionada a algo positivo e outra relacionada a alguma experiência negativa com terminais aeroportuários. Para o grupo 3 – formado por pessoas com deficiências visuais – as imagens foram substituídas pela explanação oral de três possíveis situações enfrentadas em espaços públicos complexos. Assim, a técnica fomentou a discussão a partir das questões elaboradas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Entrevista Focalizada

As amostras foram formadas por três grupos diferenciados: o primeiro com as pessoas idosas, outro com deficiências físico-motoras (usuários de muletas e

pessoas em cadeira de rodas) e o último com pessoas com deficiências visuais (cegos e pessoas com baixa visão). Para a realização do método, formaram-se grupos de quatro pessoas com deficiência visual, oito com idosas e seis com deficiência físico-motoras.

3.1.1 Idosas

A dinâmica foi realizada com um grupo de oito idosas. Todas as entrevistadas já tinham embarcado (ao menos uma vez) em um terminal aeroportuário.

Quando questionadas sobre as dificuldades enfrentadas em relação à orientação, relataram que, no caso de dúvidas, procuram pessoas que possam lhes orientar – evidenciando assim a informação oral como principal ferramenta adotada. Ao longo da atividade também destacaram a importância das informações sonoras no terminal do aeroporto, pois os telões nem sempre possuem letras grandes e contrastantes, dificultando assim a compreensão da informação.

Figura 02 - Discussão com a utilização da técnica Jogo de Imagens



Fonte: Os autores

Em relação à orientação espacial, ao longo da dinâmica com o jogo de imagens – figura 02 –, comentaram que filas extensas e lugares de tumultos geram desorientação e que as informações devem estar bem legíveis e visíveis.

3.1.2 Deficiências Físico-Motoras

A técnica foi aplicada com um grupo de seis indivíduos, sendo três usuários de muletas e três pessoas em cadeira de rodas.

Os participantes que já haviam utilizado terminais aeroportuários relataram que costumam receber auxílio de funcionários das companhias aéreas e que estes acabam sendo responsáveis pelo seu deslocamento no terminal. Na sequência, foram destacados pontos positivos e negativos na técnica do Jogo de Imagens com pessoas com deficiências físico-motoras (figura 3).

Figura 3 - Discussão sobre orientação espacial com um grupo de pessoas com deficiências físico-motoras.



Fonte: Os autores

Um dos participantes utilizou uma imagem – referente a um megafone, ilustrando a informação sonora – para enfatizar um aspecto negativo: comentou que a sinalização visual é mais eficiente que a sonora pois esta última, muitas vezes, não é compreensível. Como ponto positivo foi evidenciado o lugar demarcado em uma imagem para pessoas em cadeira de rodas (que alguns integrantes do grupo manifestaram desconhecer) e as placas com letras grandes e de fácil visualização.

3.1.3 Deficiências Visuais

O grupo de pessoas com deficiências visuais foi formado por quatro integrantes, sendo duas pessoas com baixa visão e dois cegos. Após questionados do entendimento de orientação espacial, foram indagados a respeito de como encontrar o destino desejado em três situações diferentes.

A primeira seria um ambiente praticamente vazio, porém sem piso tátil (alerta ou direcional) e nenhuma sinalização sonora. Todos concordaram que a informação oral é essencial e que, em um ambiente pouco movimentado, a utilização da bengala é facilitada. A segunda situação proposta é um ambiente movimentado, todavia, bem sinalizado. Neste caso, todos os participantes afirmam que, mesmo tendo como suporte a sinalização, a confirmação da informação se dá de forma oral.

A terceira situação seria um ambiente de completo caos, com grande fluxo de usuários e pouca ou nenhuma sinalização adicional. Por unanimidade, todos asseguram que a primeira atitude para se localizar seria a informação oral. Dois participantes afirmam que o uso da bengala é diminuído em lugares tumultuados.

Apenas um participante havia utilizado Terminais Aeroportuários e, todas as vezes, estava acompanhando. Acrescentou que, se estivesse sozinho, provavelmente enfrentaria problemas de orientação, pois o espaço não apresentava piso ou mapa tátil, o que facilitaria para todos os usuários que sabem fazer uso destes elementos.

3.2 Passeio Acompanhado

O passeio acompanhado foi realizado com três indivíduos que apresentavam diferentes limitações: o primeiro, com uma pessoa idosa; o segundo, como uma pessoa com deficiência físico-motora e; o terceiro, com um indivíduo com deficiência visual.

3.2.1 Idosa

A idosa não teve dificuldades em identificar, visualmente, o acesso ao prédio. Porém, para localizar o *check-in*, se mostrou desorientada por não haver nenhuma sinalização no local. Utilizou, então, informação oral para alcançar o destino. Para a localização do banheiro, telefone, bebedouro e sala de embarque, utilizou as placas de sinalização, apontadas por ela como satisfatórias, pois são legíveis e possuem cores contrastantes (figura 4).

Figura 4 - Passeio acompanhado com a idosa.



Fonte: Os autores

Um ponto negativo foi a ausência de sinalização do portão de embarque em local adequado. O restante do roteiro foi realizado com muita facilidade e a idosa se orientou a partir de placas de sinalização visíveis e legíveis.

3.2.2 Deficiente Físico-Motor

O participante identificou o acesso ao edifício visualmente e com facilidade. Apesar de não haver informação com a localização do balcão de *check-in*, o participante não teve dificuldades para identifica-lo, pois já possuía experiência em aeroportos e, assim, reconheceu o espaço destinado à esta atividade.

Figura 5 - Passeio acompanhado com o entrevistado em cadeira de rodas.



Fonte: Os autores

O participante conseguiu sair facilmente do edifício, utilizando as placas de sinalização.

3.2.3 Deficiente Visual

Na chegada, o participante não conseguiu encontrar o acesso ao interior do edifício. Acredita-se que não tenha identificado pois não há suporte informativo tátil, bem como piso que o conduza em um percurso acessível na entrada do edifício. Sendo assim, o único modo de localizar o acesso é através de informação oral.

Por não existir nenhuma sinalização tátil (piso ou mapa tátil) ou sonora, que identifiquem as diferentes áreas do aeroporto, o participante mostrou-se completamente desorientado ao longo de todo percurso, não conseguindo realizar o trajeto de forma independente. Em casos como este, o entrevistado comentou que a informação oral seria sua primeira reação para conseguir chegar ao seu destino final.

Figura 6 - Passeio Acompanhado com a pessoa com deficiência visual.



Fonte: Os Autores

Outro ponto levantado por ele é a falta de sinalização em Braille ou, até mesmo, em alto relevo nas portas dos sanitários. Além disso, um pilar no acesso aos sanitários constitui uma barreira arquitetônica (figura 6). As rampas nos portões de embarque e desembarque também foram apontadas por ele como pontos positivos, pois no seu caso ajudaram a evitar possíveis acidentes.

4 CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos pelos diferentes métodos, foi possível realizar uma discussão sobre o que foi observado, identificando semelhanças e diferenças entre os dados obtidos a partir das entrevistas focalizadas e dos passeios acompanhados.

A dinâmica da entrevista focalizada contribuiu na verificação das experiências já vividas pelos participantes. Os resultados demonstraram, por exemplo, que as idosas, durante as entrevistas, afirmaram se orientar espacialmente a partir da informação oral – pois os espaços, em geral, possuem sinalização ilegível. Porém, durante a realização do passeio acompanhado, a participante desenvolveu todas as atividades propostas seguindo, apenas, a sinalização visual existente (placas).

Algumas divergências foram identificadas, também, na aplicação dos métodos com as pessoas com deficiências físico-motoras. Durante as entrevistas, aquelas que utilizam cadeira de rodas e muletas destacaram a importância do funcionário da companhia aérea para ajudá-lo. Entretanto, no passeio acompanhado, o participante em cadeira de rodas conseguiu deslocar-se somente pelas placas, elogiando a estrutura do aeroporto, que facilita o deslocamento.

Já no passeio com o indivíduo com deficiência visual foi destacado que, caso o ambiente não possua sinalização tátil ou sonora, a possibilidade de orientação espacial segura e autônoma torna-se quase nula. O mesmo foi evidenciado pela entrevista focalizada.

Como observado na figura 06, existe um pilar na entrada de um dos banheiros. Esta barreira foi relatada pelo deficiente visual como um problema de deslocamento. Porém, cabe salientar que, no caso da pessoa com deficiência físico-motora, o pilar não foi destacado por ele como uma barreira.

Orientação espacial é a capacidade que o indivíduo tem de situar-se e se orientar, em relação aos objetos, às pessoas e o seu próprio corpo em um determinado espaço. É a consciência do corpo com a mente. Logo, a efetividade dos métodos utilizados se dá quando – através deles – detalhes despercebidos diariamente são evidenciados e que, se somados, dificultam a completa formação da tomada de decisão nos indivíduos. Assim, através dos métodos aplicados, pode-se concluir que cada indivíduo se orienta de maneira própria no espaço. Logo, é importante que os

ambientes possuam recursos favoráveis a orientação, tornando o percurso seguro, confortável e dinâmico.

REFERÊNCIAS

ARTHUR, Paul; PASSINI, Romedi. Wayfinding**. People, signs and architecture**. Ontário: Focus Strategic Communications Incorporated, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. 2. ed. Rio de Janeiro: ABNT, 2004. Disponível em: http://www.mj.gov.br/sedh/ct/ CORDE/dpdh/corde/ABNT/NBR9050-31052004.pdf. Acesso em: Setembro de 2014.

BRASIL. **Ministério do Turismo**. Disponível em: http://www.turismo.gov.br/turismo/home.html. Acesso em: Junho de 2015.

Secretaria de Aviação Civil – SAC. Disponível em: http://www.aviacaocivil.gov.br/ Acesso em: Setembro de 2014.

DISCHINGER, Marta; BINS ELY, Vera H. M. **Promovendo acessibilidade nos edifícios públicos: guia de avaliação e implementação de normas técnicas**. Santa Catarina: Ministério Público do Estado, 2006.

DISCHINGER, M.; BINS ELY, V.M; PIARDI, S. **Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público.** Florianópolis-2012.

DORNELES, V. G. **Acessibilidade para idosos em áreas livre públicas de lazer** – Florianópolis, 2006.

BINS ELY, Vera H. M. **Acessibilidade espacial: condição necessária para projeto de ambientes inclusivos.** In: MORAES, A. (org.). Ergodesign do ambiente laboral. Rio de Janeiro: IUaER, 2004a. p. 17-40.

BINS ELY, Vera H. M.; DORNELES, Vanessa G. **Acessibilidade Espacial do Idoso no Espaço Livre Urbano.** Curitiba, PR. ABERGO, Outubro de 2006.

BINS ELY, Vera Helena. **Orientar-se no espaço: Condição indispensável para a acessibilidade**. Disponível em: http://anais.congressodehumanizacao.com.br/files/2013/08/492013.pdf. Acesso em: Setembro de 2014.

IBGE. **Censo Demográfico de 2010 – Resultados Preliminares da Amostra**. Disponível em: http://www.faders.rs.gov.br/noticias/2128. Acesso em Dezembro de 2014.

DE SOUZA, André. **Copa: Avanço de 13% do fluxo em Aeroportos**. Disponível em: http://oglobo.globo.com/economia/copa-avanco-de-13-no-fluxo-de-passageiros-nos-aeroportos-do-pais-13345260 Acesso em: Setembro de 2014.

BINS ELY, Vera Helena Moro; DISCHINGER, Marta; MATTOS, Melissa Laus. **Sistemas de Informação ambiental – elementos indispensáveis para a acessibilidade e orientabilidade**. Anais do VII Congresso LatinoAmericano de Ergonomia, XII Congresso Brasileiro de Ergonomia, I Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral, Recife, 2002.

DISCHINGER, Marta; BINS ELY, Vera Helena Moro; PIARDI, Sonia Maria Demeda Groisman. **Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos: Programa de Acessibilidade às Pessoas com Deficiência ou Mobilidade Reduzida nas Edificações de Uso Público**. Florianópolis: MPSC, 2012. 161 p.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE EDIFÍCIOS ALTOS QUANTO AO USO[1]

ANTOCHEVIZ, Fabiana (1); REIS, Antônio Tarcísio (2); BECKER, Sandra (3)

(1) UFRGS, e-mail: fabianabugs@hotmail.com; (2) UFRGS, e-mail: tarcisio@orion.ufrgs.br; (3) UFRGS, e-mail: sandrahlb@gmail.com

RESUMO

A construção de edifícios altos vem ocorrendo em diversos contextos urbanos, sendo relevante aprofundar a compreensão acerca das percepções dos usuários sobre o desempenho desses edifícios quanto ao seu uso. Assim, são objetivos deste artigo: avaliar o desempenho de edifícios altos residenciais (com 10 a 18 pavimentos) através dos níveis de satisfação dos usuários nos distintos andares com relação a aspectos associados aos seus usos; considerar tais resultados na análise de duas propostas acadêmicas de intervenção urbana no 4º Distrito de Porto Alegre nomeadamente, a proposta de um arranha-céu no Bairro Floresta, e a proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria. A metodologia incluiu a coleta de dados através de questionários disponibilizados na internet para moradores de edifícios altos residenciais na cidade de Porto Alegre, RS. A análise dos dados foi realizada através de testes estatísticos não paramétricos como tabulação cruzada (Phi) e Kruskal-Wallis. Os principais resultados indicam maiores níveis de satisfação dos usuários de edifícios com 10 pavimentos, corroborando o projeto de revitalização da Rua Voluntários da Pátria e contrariando a proposta de construção de um arranha-céu no Bairro Floresta.

Palavras-chave: Avaliação de desempenho. Edifícios altos. Uso de edifícios altos.

ABSTRACT

The construction of higher buildings has happened in different urban contexts, being relevant to deepen understanding about users' perceptions regarding the performance of tall buildings according to its use. Thus, the objectives of this paper are: to assess the performance of tall residential buildings (with 10 to 18 floors) according to the levels of users' satisfaction in the different floors concerning aspects related to its use; to consider such results in the analysis of two academic proposals of urban intervention for the 4th District of Porto Alegre:, namely, a proposal of a skyscraper in the Floresta neighborhood and the urban revitalization proposal of Voluntários da Pátria Street. The methodology included data collection by means of questionnaires made available via the internet to residents of tall buildings in the City of Porto Alegre, RS. Data analysis were performed using nonparametric statistical tests such as cross-tabulation (Phi) and Kruskal-Wallis. The main results indicate higher levels of user satisfaction in buildings with 10 floors, supporting the revitalization project of the Voluntários da Pátria Street and opposing the proposal to build a skyscraper in the Floresta neighborhood.

***Keywords**: Performance evaluation. Tall buildings. Use of tall buildings.*

[1] ANTOCHEVIZ, Fabiana; REIS, Antônio Tarcísio; BECKER, Sandra. Avaliação do desempenho de edifícios altos quanto ao uso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Os edifícios altos, considerados como tal a partir de dez pavimentos (ANTOCHEVIZ; REIS, 2013), fazem parte da paisagem urbana de várias cidades contemporâneas e têm sido objeto de diversos estudos que avaliam o seu desempenho segundo a percepção de seus usuários (p. ex., CHURCHMAN; GINSBERG, 1984; VILLA, 2008). Entretanto, estas pesquisas apresentam divergências em relação aos níveis de satisfação dos usuários no tocante a características físico-espaciais dessas edificações (p.ex., deslocamento vertical, privacidade visual e acústica, segurança quanto a crimes).

Alguns estudos indicam que o desempenho de edifícios altos residenciais é geralmente considerado satisfatório para os seus usuários, principalmente, em relação: às visuais para o exterior do edifício, à privacidade visual e acústica em relação ao exterior do edifício, e à proximidade de serviços e comércios, e de áreas centrais das cidades (CALDEIRA, 2001; CASARIL, 2008). Porem, outras pesquisas revelam que os usuários de edifícios altos se afastam do solo e do ambiente natural e podendo sofrer de medo de altura, e de stress, experimentar uma redução nas relações sociais, ter falta de privacidade e dificuldidade de acessibilidade devido a total dependência da circulação vertical (ADAMS; CONWAY, 1974; ROAF, et al, 2009). Também, estudos destacam que edifícios altos com distintas alturas possuem diferentes desempenhos (p.ex., Gonçalves, 2010). Ainda, a Prefeitura de Porto Alegre tem promovido encontros para a discussão de propostas para a revitalização do 4º Distrito de Porto Alegre, onde foi apresentada a proposta acadêmica de um arranha-céu de 256 metros de altura no Bairro Floresta (VARGAS, 2015), contudo, sem justificativas para a mesma com base nas necessidades dos usuários de edifício altos.

Assim, existe a necessidade de aprofundar os conhecimentos relativos à percepção dos usuários de edifícios altos residenciais, sendo objetivos deste artigo: (1) avaliar o desempenho de edifícios altos residenciais quanto ao uso, considerando os níveis de satisfação dos usuários nos distintos andares com relação ao edifício e aos seguintes aspectos: deslocamento vertical, privacidade visual e acústica e segurança quanto a crimes; (2) analisar, com base nos resultados obtidos, a proposta do arranha-céu de 256 metros e outra proposta acadêmica de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria no 4º Distrito de Porto Alegre.

2 METODOLOGIA

Os dados foram coletados através de um questionário disponibilizado no Programa LimeSurvey e acessível via internet para moradores de edifícios altos residenciais localizados na cidade de Porto Alegre, RS, com perguntas a respeitodos níveis de satisfação dos usuários com as variáveis relacionadas ao desempenho de edifícios altos quanto ao uso e das justificativas para tais níveis de satisfação.

Foram selecionados moradores de edifícios altos situados nas áreas centrais de Porto Alegre (89), que concentram as maiores densidades construtivas e taxas de verticalização, conforme permitido pelo Plano Diretor (PORTO ALEGRE, 2012), em três contextos com edifícios altos residenciais com distintas alturas: (1) edifícios de 10 a 12 pavimentos (31) - melhor desempenho do edifício e menor impacto no espaço urbano; (2) edifícios de 13 e 14 pavimentos (22) - são identificados alguns problemas no desempenho do edifício, principalmente em relação ao deslocamento vertical; (3) edifícios de 15 a 18 pavimentos (36)- são identificados mais problemas de desempenho.

Ainda, foi obtida uma amostra de respondentes (44) que moram em edifícios altos, através da divulgação da pesquisa via internet. No total, foram obtidos 133 questionários: 49 em edifícios com 10 a 12 pavimentos; 44 em edifícios com 13 a 14 pavimentos; e 40 em edifícios com 15 a 18 pavimentos. Os dados dos questionários no programa LimeSurvey, foram exportados para o programa estatístico SPSS Statistics 17.0 e analisados através de testes estatísticos não paramétricos tais como tabulação cruzada (Phi) e Kruskal-Wallis (K-W), sendo considerados estatisticamente significativos quando o valor da significância (sig.) é menor ou igual a 0,05, conforme adotado em estudos da área das ciências sociais (REIS; LAY, 2005). Estas avaliações servem de base para a análise das duas propostas acadêmicas de intervenção urbana para setores do 4º. Distrito de Porto Alegre.

3 RESULTADOS

3.1 Níveis de satisfação com o desempenho de edifícios altos

Embora a maioria dos respondentes (133) esteja satisfeita ou muito satisfeita (127 de 133 – 95,5%) em morar em edifícios altos, independentemente da altura entre 10 e 18 pavimentos, as principais justificativas apresentadas não estão relacionadas diretamente à altura de tais edifícios, com exceção da segurança quanto a crimes no interior do edifício (56 de 133 – 42,1%), das visuais satisfatórias das janelas do apartamento para o exterior do edifício (49 de 133 – 36,8%), da privacidade visual na sala (41 de 133 – 31,6%) e no(s) dormitório(s) (39 de 133 – 29,3%) em relação ao exterior do edifício. Contudo, quem habita os apartamentos nos andares mais altos tende a estar mais satisfeitos com o andar onde mora do que aqueles nos andares baixos e intermediários (Tabela 1; esta diferença entre os níveis de satisfação com o andar é estatisticamente significativa: K-W, $x^2 = 14,951$, sig. = 0,001) devido, principalmente, às melhores visuais para o exterior (38 de 49 – 77,6%) e maiores níveis de privacidade visual (30 de 49 – 61,2%) e acústica (19 de 49 – 38,8%) em relação ao exterior. Ainda, a maioria dos respondentes que gostaria de morar em outro andar (36) preferiria morar nos andares altos (25 de 36 - 69,4%) em função, fundamentalmente das visuais mais satisfatórias (21 de 36 – 58,3%) e das maiores privacidades visual (21 de 36 – 58,3%) e acústica (20 de 36 – 55,6%) em relação ao exterior.

Tabela 1 – Níveis de satisfação com o andar de moradia

Níveis de satisfação	Pavimentos baixos	Pavimentos intermediários	Pavimentos altos
Muito satisfatório	7 (17,5%)	15 (34,1%)	23 (46,9%)
Satisfatório	21 (55%)	25 (56,8%)	25 (51%)
Nem satisfatório nem insatisfatório	9(22,5%)	4 (9,1%)	1 (2%)
Insatisfatório	3 (5%)	0 (0%)	0 (0%)
Total	40 (100%)	44 (100%)	49 (100%)
mvo K-W	**82,99**	**65,09**	**54,64**

Notas: mvo K-W = médias dos valores ordinais obtidos através do teste Kruskal-Wallis (K-W) entre as amostras individuais, onde os valores mais baixos correspondem aos maiores níveis de satisfação com o pavimento utilizado; **os valores destacados apresentam diferenças significativas entre os grupos.**

3.1.1 Deslocamento vertical

Embora a maioria dos moradores questionados esteja satisfeita ou muito satisfeita (110 de 133 – 82,7%) com o deslocamento vertical nos edifícios, o percentual de moradores insatisfeitos aumenta visivelmente a partir dos edifícios com 10 a 12 pavimentos, chegando a quase um terço de moradores insatisfeitos nos edifícios com 15 a 18 pavimentos (9 de 40 – 22,5%). Ainda, os moradores dos andares baixos são os mais satisfeitos com o deslocamento vertical em edifícios altos (38 de 40 – 95%), seguido daqueles nos andares intermediários (34 de 44 – 77,3%) e daqueles nos andares altos (32 de 49 – 65,3%), com os problemas começando a aparecer a partir dos edifícios com 13 a 14 pavimentos. Os níveis de satisfação dos respondentes que moram nos pavimentos baixos (40) estão relacionados à independência do uso de elevadores, devido à facilidade de deslocamento pela escada (30 de 40 – 75%). Por outro lado, os problemas identificados pelos respondentes que moram nos pavimentos altos (49) dizem respeito ao tempo elevado de espera (15 de 49 – 30,6%) e deslocamento (6 de 49 – 12,2%) pelo elevador e a dificuldade de deslocamento pelas escadas, principalmente em situações de emergência (12 de 49 – 24,5%).

3.1.2 Privacidade visual e acústica em relação ao exterior dos edifícios

Em torno de um terço dos moradores dos andares mais baixos percebem como ruim (ou muito ruim) a privacidade visual nas salas em relação ao exterior, com tal avaliação negativa diminuindo significativamente com relação aos andares intermediários e altos (Tabela 2; diferença entre as avaliações dos níveis de privacidade visual é estatisticamente significativa: K-W, x^2 = 18,841, sig = 0,000). Embora as avaliações negativas em relação aos níveis de privacidade visual nos dormitórios sejam um pouco maiores do que em relação às salas, os problemas tendem a estar relacionados aos andares baixos (Tabela 2; diferença estatisticamente significativa: K-W, x^2 = 18,841, sig = 0,000). As principais explicações estão relacionadas ao fato da janela da sala (de apartamentos em andares baixos) estar próxima de outros edifícios e de áreas de uso coletivo do edifício, e das janelas dos dormitórios, de tais

apartamentos, estarem próximas de outros edifícios (Tabela 5) nos contextos avaliados.

Tabela 2 – Níveis de privacidade visual na sala e no(s) dormitório(s) em relação ao exterior dos edifícios

Níveis de privacidade visual	Privacidade da sala			Privacidade do(s) dormitório(s)		
	PB	PI	PA	PB	PI	PA
Muito Boa	3(7,5%)	13(29,5%)	14(28,6%)	2(5%)	8(18,2%)	13(26,5%)
Boa	20(50%)	27(61,4%)	29(59,2%)	19(47,5%)	31(70,5%)	27(55,1%)
Nem boa nem ruim	4(10%)	1(2,3%)	4(8,2%)	4(10%)	1(2,3%)	1(2%)
Ruim	11(27,5%)	1(2,3%)	2(5%)	12(30%)	4(9,1%)	7(14,1%)
Muito ruim	2(5%)	2(5%)	0(0%)	3(7,5%)	0(0%)	1(2%)
Total	40(100%)	44(100%)	49(100%)	40(100%)	44(100%)	49(100%)
Médias dos valores ordinais	mvo K-W sala			mvo K-W dormitório(s)		
	86,78	**57,90**	**59,03**	**85,66**	**59,00**	**58,94**

Notas: PB = pavimentos baixos; PI = pavimentos intermediários; PA = pavimentos altos; mvo K-W = médias dos valores ordinais obtidos através do teste Kruskal-Wallis (K-W) entre as amostras individuais onde os valores mais baixos correspondem aos maiores níveis de privacidade visual em relação ao exterior do edifício; **os valores destacados apresentam diferenças significativas entre os grupos.**

Os níveis de privacidade acústica nos andares altos são os mais adequados (34 de 49 – 69,4%) enquanto nos andares baixos um número não desprezível (14 de 40 – 35%) de moradores está insatisfeito com tais níveis (Tabela 3; esta diferença entre as avaliações dos níveis de privacidade acústica é estatisticamente significativa: K-W, x^2 = 19,635, sig = 0,000), devido, principalmente, à proximidade com áreas de uso coletivo do edifício (26 de 40 – 65%).

Tabela 3 – Níveis de privacidade acústica em relação ao exterior dos edifícios

Níveis de Privacidade	Pavimentos baixos	Pavimentos intermediários	Pavimentos altos
Muito boa	2(5%)	3(6,8%)	9(18,4%)
Boa	9(22,5%)	28(63,6%)	25(51%)
Nem boa nem ruim	15(37,5%)	8(18,2%)	11(22,4%)
Ruim	12(30%)	2(4,5%)	3(6,1%)
Muito ruim	2(5%)	3(6,8%)	1(2%)
Total	40(100%)	44(100%)	49(100%)
mvo K-W	**87,90**	**60,77**	**55,53**

Notas: mvo K-W = médias dos valores ordinais obtidos através do teste Kruskal-Wallis (K-W) entre as amostras individuais onde os valores mais baixos correspondem aos maiores níveis de satisfação com a privacidade acústica; **os valores destacados apresentam diferenças significativas entre os grupos.**

3.1.3 Segurança quanto a crimes no interior dos edifícios

Os edifícios são percebidos pela maioria dos respondentes como seguros (ou muito seguros) quanto ao crime, independente da altura do edifício, e do andar onde a pessoa mora (101 de 133 – 75,9%). As principais justificativas para tais níveis de segurança interna quanto a crimes em edifícios residenciais são a existência de serviço de portaria e segurança 24 horas (121 de 133 – 91%) e o acesso restrito e controlado (78 de 133 – 58,6%), seguidos da presença de câmeras e circuitos de TV internos (54 de 133 – 40,6%) e a

facilidade em identificar quem é morador (29 de 133 – 21,8%). Contudo, a existência de câmeras e circuitos TV internos foi bem mais mencionada (24 de 40 – 60%) pelos moradores em edifícios mais altos (15 a 18 pavimentos) e menos mencionada (14 de 49 – 28,6%) por aqueles em edifícios mais baixos (10 a 12 pavimentos) e a facilidade de identificar quem é morador foi menos mencionada por aqueles em edifícios mais altos (5 de 40 – 12,5%). Contudo, aparecem problemas de vandalismo nos edifícios residenciais (16 de 133 – 12%), principalmente, nos edifícios mais altos (9 de 40 – 22,5%).

3.2 Análises das propostas intervenção urbana para setores do 4º Distrito

A seguir são apresentadas as duas propostas de intervenção urbana para setores do 4º Distrito e analizadas com base nos resultados acima apresentados.

3.2.1 Proposta de arranha-céu no Bairro Floresta

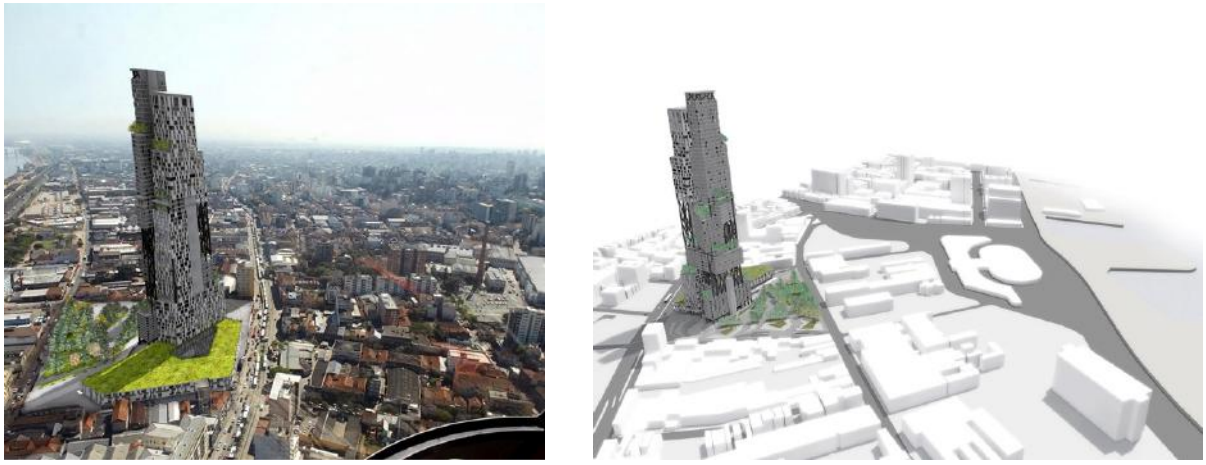
Esta proposta, resultado de trabalho de conclusão do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Ritter dos Reis, realizada por Luís Henrique Villanova em 2010, se caracteriza por um arranha-céu com 256 metros (equivalente a 85 pavimentos) de altura em quarteirão no Bairro Floresta (Figuras 1 e 2), localizado no 4º. Distrito.

Figura 2 – Proposta de arranha-céu no Bairro Floresta



Fonte: <https://portoimagem.wordpress.com/2012/07/25/um-arranha-ceu-hibrido-para-porto-alegre> (Acesso em 14.01.2016)

Figura 2 – Proposta de arranha-céu no Bairro Floresta



Fonte: <https://portoimagem.wordpress.com/2012/07/25/um-arranha-ceu-hibrido-para-porto-alegre> (Acesso em 14.01.2016)

Tal proposta recebeu o seguinte comentário da jornalista Bruna Vargas, questionando o limite de altura determinado pelo atual Plano Diretor de Porto Alegre, que impede a construção de edifício alto com mais de 52 metros de altura:

> Apresentado à Secretaria Municipal de Urbanismo na semana passada, o projeto do arquiteto Luís Henrique Bueno Villanova sequer teria condições de sair no papel na atual conjuntura: o plano diretor da Capital estipula um limite de 52 metros de altura para as edificações (VARGAS, 2015).

Adicionalmente, a referida proposta recebeu manifestações favoráveis por parte do Secretario de Urbanismo e seria encaminhada para consideração por parte daqueles encarregados na Prefeitura de Porto Alegre das discussões acerca da revitalização do 4º. Distrito. Por sua vez, o autor do projeto entende que esta proposta possibilita uma discussão do Plano Diretor, além de "mostrar às pessoas que é possível um ícone de megalópoles estar em harmonia com o meio ambiente" (Vargas, 2015); ainda:

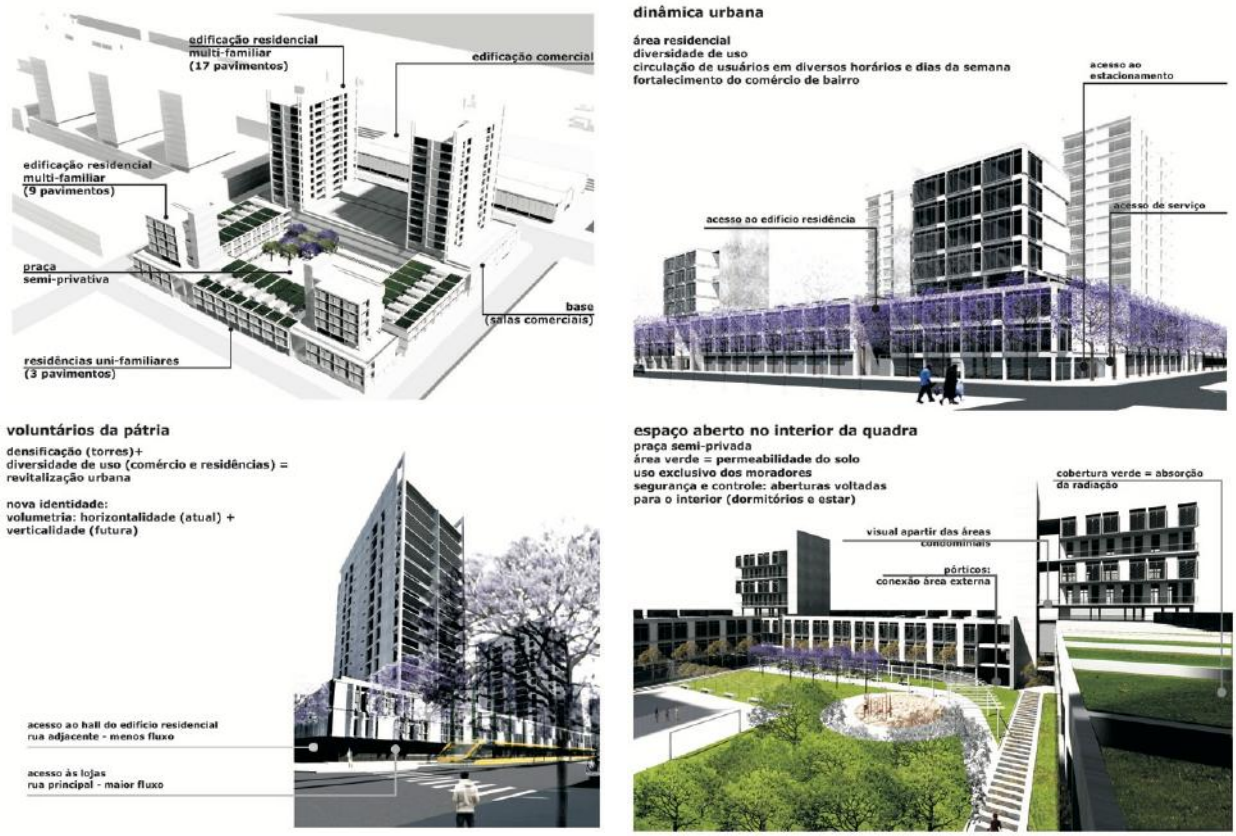
> Segundo Villanova, primeiro, foram criados, para a mesma quadra, prédios que respeitassem as diretrizes atuais, o que resultou em 12 edificações com alturas distintas. Depois disso, o arquiteto utilizou esses volumes para projetar um único edifício para a mesma área. O resultado foi uma edificação de 256 metros de altura (mais que o dobro dos prédios mais altos da Capital, que têm cerca de 100 metros). Ele foi projetado para uso misto: além de apartamentos residenciais, prevê um hotel e uma área de uso comercial (VARGAS, 2015).

3.2.2 Proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria no 4º Distrito

A segunda proposta, trabalho de conclusão de curso de Arquitetura e Urbanismo da FA-UFRGS, realizado por Sandra Becker em 2008, se caracteriza pela revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria, no 4º Distrito, com

edificações com 3 pavimentos contornando os quarteirões e edifícios mais altos, com 6 e 14 pavimentos, sobrepostos a estas edificações nas 4 esquinas dos quarteirões (Figura 3). Esta proposta de desenho urbano visa a revitalização de uma área com remanescentes industriais, caracterizando-se pelos seguintes pontos: preservação de edificações com valor histórico e/ou arquitetônico; reforço da característica comercial da Rua Voluntários da Pátria; diversificação do uso da área através da promoção de empreendimentos habitacionais; densificação da área através da ocupação do perímetro do quarteirão por edificações com diferentes alturas conforme descrito acima, com edificações mais altas na Rua Voluntários da Pátria; aproveitamento dos potenciais paisagísticos do entorno (visualização do rio e ilhas); e criação de espaços abertos semiprivados no interior das quadras para uso dos moradores.

Figura 3 - Proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria



Fonte: Becker (2008)

Assim, esta proposta estabelece uma clara conexão com o espaço urbano ao propor edificações no perímetro do quarteirão com permeabilidade visual e funcional indo ao encontro da ideia de estabelecer uma relação da edificação com o espaço urbano, principalmente, nos pavimentos térreos (BENTLEY et al, 1985; GEHL, 2010), contribuindo para o uso do espaço urbano.

3.2.3 Análise das duas propostas com base nos resultados obtidos

A análise do desempenho de edifícios altos residenciais quanto ao uso permite verificar a adequação das duas propostas. Neste sentido, embora a maioria dos respondentes esteja satisfeita em morar em edifícios com alturas entre 10 e 18 pavimentos (Tabela 1), as principais justificativas apresentadas tendem a estar relacionadas à localização de tais edifícios. Contudo, os andares mais altos tendem a ser melhor avaliados e preferidos pelos moradores, principalmente, devido às melhores visuais para o exterior e maiores níveis de privacidade visual e acústica.

Assim, com relação às visuais, estes resultados vão mais ao encontro da proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria, com edifícios com altura máxima de 17 pavimentos e secção em torno de 15 x 35m, do que da proposta de edifício com 256 m de altura (em torno de 85 pavimentos) e secção em torno de 60 x 70m, já que a barreira visual causada por este é bem maior. Ainda, a proliferação de edifícios com grandes alturas reduziria substancialmente a qualidade das vistas a partir de tais edifícios, já que estes viriam a atuar como barreiras visuais. Este fato pode ser exemplificado pela construção de edifícios com grande altura no Bairro La Défense em Paris (Figura 4) e pela construção de novos edifícios com grande altura no setor financeiro em Londres (Figura 5), que começam a gerar manifestações de insatisfação (SKYLINE CAMPAING, 2016).

Figura 4 - La Défense – Paris



Fonte: Reis (2015)

Figura 5 - Setor financeiro – Londres



Fonte: Reis (2015)

Com relação ao impacto causado pelo deslocamento vertical, os problemas começam a aparecer a partir dos edifícios residenciais com 13 a 14 pavimentos, chegando a quase um terço de moradores insatisfeitos nos andares altos de edifícios com 15 a 18 pavimentos. Estes resultados reforçam aqueles de outros estudos (MARTIN et al, 1975; GONÇALVES, 2010) que indicam que edifícios altos com 10 a 12 pavimentos apresentam o melhor desempenho e o menor impacto no espaço urbano e que nos edifícios altos com mais de 12 pavimentos começam a aparecer problemas que tendem a aumentar com o aumento da altura. Tais resultados vão ao encontro da proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria onde os

edifícios mais altos (com 17 pavimentos) possuem 12 pavimentos com apartamentos, e não sustentam a proposta do arranha-céu, onde os problemas relacionados ao deslocamento vertical tenderiam a aumentar substancialmente.

Acerca da privacidade visual nos apartamentos em relação ao exterior (Tabela 2), os problemas tendem a se concentrar nos andares mais baixos, diminuindo significativamente com relação aos andares intermediários e altos, devido, principalmente, à proximidade de áreas de uso coletivo no edifício e de outros edifícios. Ainda, os níveis de privacidade acústica nos andares altos são os mais adequados enquanto nos andares baixos um número não desprezível (pouco mais de um terço) de moradores está insatisfeito com tais níveis, devido, principalmente, à proximidade de áreas de uso coletivo no edifício (Tabela 3). Portanto, a proposta do arranha-céu, em função de ter um maior número de apartamentos em andares altos, parece propiciar um maior nível de privacidade visual e acústica.

Contudo, a proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria indica para esta rua, com fluxo intenso de veículos na área considerada pela proposta, a existência de apartamentos somente a partir do quinto pavimento dos edifícios com 17 pavimentos, possibilitando um afastamento da via, enquanto as atividades comerciais localizadas nos três primeiros pavimentos tenderiam a ser menos afetadas por alguma redução na privacidade acústica. Ainda, os edifícios com 17 pavimentos estão nas esquinas do quarteirão, distanciados quase 50 metros um do outro (equivalente ao distanciamento de edificações em vias arteriais em Porto Alegre, que possuem 40m de largura), possibilitando um nível de privacidade visual superior ao existente na maior parte das edificações em Porto Alegre que estão localizadas em ruas bem mais estreitas e em terrenos onde os afastamentos laterais entre as edificações são inferiores a 50 metros.

Mesmo no andar mais baixo com apartamentos (5º pavimento), tanto nos edifícios com 17 quanto com nove pavimentos, estão distantes mais de 12 metros da área de lazer coletivo no interior da quadra, tendendo a possibilitar um nível aceitável de privacidade acústica e visual em tais apartamentos. Embora as residências unifamiliares com três pavimentos estejam mais próximas de tal área de lazer, os térreos destas casas estão afastados 10 m destas áreas. Contudo, embora nestas residências possa haver níveis de privacidade visual e acústica em relação à área de lazer inferiores aos dos apartamentos, existem outros benefícios, tal como a supervisão visual de crianças em tal área de lazer.

Com relação à segurança no interior dos edifícios quanto à ocorrência de crimes, os resultados revelam que tanto a necessidade de equipamentos de segurança quanto a ocorrência de problemas de segurança e a dificuldade de identificar o usuário tendem a aumentar em edifícios com maior altura, indo ao encontro da proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria e de encontro à proposta do arranha-céu.

4 CONCLUSÕES

O desempenho dos edifícios altos residenciais avaliados é considerado, em geral, satisfatório, devido principalmente ao atendimento das expectativas dos usuários em relação às características físico-espaciais dos contextos onde estão inseridos (por ex., proximidade de serviços, comércios e áreas de lazer). Esses dados corroboram o indicado por outros autores (CALDEIRA, 2001; CASARIL, 2008), identificando que os níveis de satisfação dos usuários de edifícios altos não estão relacionados necessariamente com a altura desses edifícios.

Contudo, aqueles que habitam em apartamentos nos andares mais altos tendem a estar mais satisfeitos com o andar que utilizam, principalmente, devido às melhores visuais para o exterior e maiores níveis de privacidade visual e acústica. Ainda, a maioria das pessoas que mora em andares baixos gostaria de viver em andares altos em função das visuais mais satisfatórias e da maior privacidade visual e acústica em relação ao exterior. Esses aspectos parecem justificar a expansão de edifícios altos, indicando uma demanda por essa tipologia devido às suas características específicas. No entanto, a proliferação de edifícios altos, muitas vezes formando condomínios com vários edifícios, ocasionará uma maior proximidade entre tais edifícios e a consequente diminuição da privacidade visual e acústica no interior da edificação em relação ao exterior, inclusive nos pavimentos altos (GONÇALVES, 2010). Ainda, no tocante ao deslocamento vertical e à segurança interna quanto a crimes constatam-se maiores níveis de satisfação dos usuários de edifícios de 10 a 12 pavimentos do que de edifícios de 15 a 18 pavimentos, indo ao encontro de outros estudos (CHURCHMAN; GINSBERG, 1984; ROAF, et al, 2009).

Portanto, estes resultados tendem a dar suporte para a proposta de revitalização urbana da Rua Voluntários da Pátria, e a não sustentar a proposta de um arranha-céu híbrido no Bairro Floresta. Assim, os resultados dessa investigação podem ser úteis para sustentar as discussões acerca do desempenho de edifícios altos quanto aos seus usos e as consequentes implicações para o projeto de edifícios altos e revitalização de áreas urbanas.

REFERÊNCIAS

ADAMS, B. CONWAY, J. **The Social effects of living off the ground.** London: Department of the Environment, HDD Occasional Papers, 1975.

ANTOCHEVIZ, F.B.; REIS, A.T.L. Edifícios altos: uma análise através da percepção de distintos grupos. In: SBQP, 3, 2013, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2013.

BENTLEY, I., et al. **Responsive Environments.** London: The Architectural Press, 1985.

CALDEIRA, T. P. **Cidade dos muros: crime, segregação e cidadania em São Paulo**. São Paulo: Editora 34, 2001.

CASARIL, C.C. **Meio século de verticalização urbana em Londrina-PR e sua distribuição espacial: 1950-2000.** 2008. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Londrina, Paraná, 2008.

CHURCHMAN, A.; GINSBERG, Y. The image and experience of high rise housing in Israel. **Journal of Environmental Psychology**, v. 4, p. 27- 41, 1984.

GEHL, J. **Cities for People.** Washington: Island Press, 2010.

GONÇALVES, J. C. S. **The environmental performance of tall buildings**. London: Earthscan, 2010.

MARTIN, L., et al. **La estrutura del espacio urbano**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili. 1975.

PORTO ALEGRE, Prefeitura Municipal. Secretaria do Planejamento Municipal. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Ambiental.** L.C. 434/99. Porto Alegre: CORAG, 2012.

REIS, A. T. L.; LAY, M. C. D. Análise quantitativa na área de ambiente-comportamento. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 21-36, abr./jun. 2005.

ROAF, S., et al. **Adapting Buildings and Cities for Climate Change: a 21st century survival guide.** Oxford: Architectural Press. 2009.

SKYLINE CAMPING. Disponível em: <http://www.skylinecampaign.org>. Acesso em: 21 abr. 2016.

VARGAS, B. Projeto prevê arranha-céu de 256 m para o Quarto Distrito**. Zero Hora**, 25 nov. 2015. Disponível em: <http://zh.clicrbs.com.br/rs/portoalegre/noticia/2015/11/projeto-preve-arranha-ceu-de-256-metros-para-o-quarto-distrito-4915388.html>. Acesso em: 05 abr. 2016.

VILLA, S.B. **Morar em apartamentos: a produção dos espaços privados e semiprivados nos edifícios ofertados pelo mercado imobiliário no século XXI EM São Paulo e seus impactos na cidade de Ribeirão Preto. Critérios para avaliação pós-ocupação.** 2008. Tese (Doutorado) Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 2008.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ANÁLISE PROBABILÍSTICA E MAPEAMENTO DA ORIGEM DE MANIFESTAÇÕES PATOLÓGICAS IDENTIFICADAS NO PÓS OBRA[1]

ARANTES, Gustavo M. (1); FERREIRA, Ruany (2); BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O. (3)

(1) UFG, e-mail: gustavo83eng@gmail.com; (2) UFG, e-mail: ruany.fp@gmail.com; (3) UFG, e-mail: maria.carolina@uol.com.br

RESUMO

O mercado da construção civil sinaliza a necessidade de redução de gastos com atividades que não agregam valor como as falhas no pós obra. Este trabalho apresenta uma análise probabilística de falhas detectadas em solicitações de assistência técnica de empreendimentos residenciais de médio e alto padrão, e o mapeamento da origem de tais manifestações patológicas. O método abrangeu um levantamento de 800 unidades residenciais em uma empresa construtora na cidade de Goiânia, com recorte metodológico nos sistemas prediais hidrossanitários, por apresentar o maior número de solicitações. As falhas foram organizadas nas categorias: vazamento, entupimento, mau cheiro, problemas com material e pressão. Os resultados indicaram 22% de chances de ocorrer pelo menos um tipo de falha em cada sistema. A categoria de vazamento foi a de maior probabilidade de ocorrência, seguida de entupimento. Quanto à origem, as quatro categorias de falhas foram analisadas por desdobramento tipo top down. Os resultados apontaram o projeto (em função da técnica, detalhamento, comunicação visual e compatibilização) com maior quantidade de possibilidades de falhas. A contribuição da pesquisa se encontra no método, que colabora para o gerenciamento do risco em especial associado a um dos sistemas de maior impacto no pós-obra e na satisfação do usuário.

Palavras-chave: Gerenciamento de risco. Manifestações patológicas. Sistemas Prediais Hidrossanitários. Mapeamento de falhas.

ABSTRACT

The construction market signals the need to reduce spending on activities that do not add value as failures in the post work. This paper presents probabilistic failures analysis detected in technical assistance requests from residential projects of medium and high standard, and the mapping of pathological manifestations origin. The method covered a survey of 800 residential units in a construction company in Goiânia, and methodological approach to plumbing systems, because of the largest number of requests. Failures were organized in categories: leakage, clogging, smelly, materials and pressure problems. The results showed 22% of chances of occurring at least one type of failure in each system. The leak category was the greater probability of occurrence, followed by clogging. As to the origin, the four failure categories were analyzed by diagram top down. The results pointed out the project (in technical function, detail, visual communication and compatibility) with greater failure possibilities. The research contribution is the method, which collaborates for risk management associated to one of the systems with greatest impact on post-work and user satisfaction.

[1] ARANTES, G. M.; FERREIRA, R.; BRANDSTETTER, M. C. G. O. Análise probabilística e mapeamento da origem de manifestações patológicas identificadas no pós obra. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Risk management. Pathologies. Plumbing system. Mapping failures.*

1 INTRODUÇÃO

O mercado da construção civil, em um cenário de desaceleração, sinaliza a necessidade de redução de gastos com atividades que não agreguem valor ao empreendimento e à garantia de satisfação do cliente. Os custos com reparos provenientes de assistência técnica, ou seja, falhas identificadas pelo cliente na etapa pós obra, prejudicam a empresa tanto no aspecto financeiro quanto no mercadológico.

Ainda que a preocupação relativa às manifestações patológicas e vícios construtivos tenha sido reforçada pela norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) e o planejamento das intervenções preventivas estabelecidas na NBR 5674 (ABNT, 2012), existe ainda um grande espaço para pesquisas em relação às assistências técnicas e como os dados associados ao pós obra podem fornecer informações para a melhoria dos processos e minimização de falhas.

Algumas pesquisas que trataram sobre as origens das manifestações patológicas em ambientes construídos focaram os dados de assistência técnica. Fantinatti (2008) e Brito (2009) concluem em seus trabalhos pela importância da reutilização do conhecimento proveniente das atividades de assistência técnica. Na pesquisa de Cupertino e Brandstetter (2015), que trataram desta reutilização do conhecimento, os autores analisaram cerca de 3000 solicitações de assistência técnica de empreendimentos residenciais, confirmando a importância da correta análise de tais registros para permitir a retroalimentação que gera a melhoria contínua dos sistemas de gestão.

Cupertino e Brandstetter (2015) apontaram os serviços relacionados aos Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS) como os de maior frequência entre as solicitações pós-obra. Gnipper (2010) em seu estudo acerca dos SPHS afirma que as manifestações patológicas são todas aquelas cujas consequências físicas são perceptíveis por meio dos sentidos humanos, sendo que em edificações apresentam-se de forma característica como: vazamentos a partir de tubulações; mau cheiro proveniente de desconectores; oscilações de pressão e vazão das águas fria e quente durante o uso de aparelhos sanitários dotados de misturadores; ruídos devido a escoamento de líquidos e durante a utilização de aparelhos sanitários.

Alguns estudos que trataram das falhas de desempenho nas edificações definem uma setorização macro das origens, geralmente com classificação relacionada às grandes fases do empreendimento, porém sem o aprofundamento no estudo das causas e da relação entre elas (HENRIQUES, 2001; HELENE; PEREIRA, 2007; FERREIRA, 2009).

A análise proposta neste trabalho busca apresentar o emprego de ferramentas probabilísticas para determinar de forma quantitativa as causas das manifestações patológicas, além de um mapeamento para apontar as possíveis origens de tais falhas, associando-as a subcausas relativas ao

projeto e à execução. Para cumprir o objetivo, um recorte metodológico foi feito, aplicando-se o método aos dados relativos aos SPHS.

A pesquisa contribui para suprir a necessidade da utilização de mecanismos que permitam reduzir as falhas e identificar suas origens para que estas não cheguem até o consumidor final, auxiliando o gerenciamento de risco quanto ao método que permite auxiliar tomadas de decisão por parte dos gestores quanto a prioridades de atuação preventiva.

2 SÍNTESE DA REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dentro da grande área temática do gerenciamento de risco no âmbito da indústria da construção, os trabalhos abrangem objetos de estudos específicos como o risco relacionado ao prazo e custos (ABDELGAWAD; FAYEK, 2010), fatores humanos (CHI; LIN; DEWI, 2014), práticas de gestão do risco (CHOUDHRY; IQBAL, 2013; FIANKO; CHILESHE, 2015), entre outros estudos.

Quanto aos métodos e ferramentas para análise dos riscos, existe uma relevante quantidade de abordagens empregadas pelos estudos. Louro e Pugirá (2015) listaram 283 diferentes termos envolvendo tais métodos em seu estudo incluindo 100 artigos relacionados ao tema. Entre estes, os termos contingência e resposta ao risco foram apontados como os termos mais frequentes. Entre as técnicas, o uso de diagramas, *checklists* e distribuição de probabilidade aparecem entre as de maior frequência. Cabe ressaltar que estes estudos tinham o foco do risco em projetos.

A análise do risco com enfoque em sistemas aparece em estudos mais específicos como o de Chen *et al* (2015) que trataram de um método para avaliação de sistemas de fornecimento de água na China baseado em AHP (*Analytic Hierarchy Process*).

Há pouca evidência de estudos que trataram no âmbito do risco, dados provenientes de assistência técnica para retroalimentação dos demais agentes do sistema de gestão na construção como o trabalho de Cupertino e Brandstetter (2015) e Fantinatti (2008).

A retroalimentação dos dados a partir de dados provenientes da grande etapa de uso e manutenção são mais comuns em estudos de avaliação pós-ocupação com ênfase no desempenho e no fluxo de informação entre as diversas etapas, como o trabalho de Göçer, Hua e Göçer (2015).

No que tange ao mapeamento de causas de falhas em edificações, as pesquisas indicam uma categorização macro das origens abrangendo as grandes fases do empreendimento: planejamento, projeto, materiais, execução e uso/manutenção (HENRIQUES, 2001; HELENE; PEREIRA, 2007; FERREIRA, 2009). Foi percebida a lacuna no aprofundamento destas origens.

3 METODO DE PESQUISA

Esta pesquisa está sendo realizada no nível de mestrado e inclui uma investigação maior acerca do tema. Para este trabalho, o método de

pesquisa foi baseado nas etapas que se seguem.

O intuito da revisão bibliográfica foi buscar os enfoques dentro da área temática de gereciamento de risco no âmbito da construção. Uma busca maior foi dada às pesquisas que trataram do recorte da pesquisa – métodos de análise do risco em sistemas e estudos com dados de assistência técnica.

Na etapa do estudo de campo, foi efetuado o levantamento em um banco de dados de assistência técnica disponibilizado por uma construtora da cidade de Goiânia. Foi definida a limitação dos dados referentes aos sistemas prediais hidrossanitários, por apresentarem maior frequência no banco de dados disponibilizado.

A empresa possui atuação exclusiva no Estado de Goiás e sistema de gestão certificado (ISO 9001 e PBQPh Nível A). Os dados coletados nos anos de 2012 e 2013 são oriundos de três empreendimentos residenciais verticais, pertencentes ao mesmo segmento de mercado (médio padrão) e tipologias similares (quanto ao projeto, área privativa e padrão), totalizando 800 unidades habitacionais.

Foi realizada uma listagem das principais manifestações patológicas detectadas e os dados de assistência técnica foram organizados com base nos itens mais recorrentes, os quais foram agrupados de acordo com a natureza da falha. Cada grupo de manifestações patológicas foi submetido à análise probabilística e o mapeamento de causas pautado nas origens referentes a projetos ou execução.

3.1 Análise probabilística dos dados

Na amostra de 800 unidades habitacionais, observou-se 196 problemas que podem ter relação com SPHS, representando 24,50% do espaço amostral. As solicitações foram listadas por tipo de problema.

Para calcular a probabilidade de cada falha ocorrer foi utilizada a Equação 1, onde P(B) é a probabilidade de ocorrer o evento B, #Ω é o espaço amostral e #B é o número de eventos favoráveis (CORREA, 2013).

$$P(B) = \frac{\#B}{\#\Omega} \quad (1)$$

Para análise de falha no sistema, foi utilizado o cálculo de probabilidade do tipo OU, tendo em vista que o sistema é mutuamente independente, sendo que a ocorrência de um evento não interfere na ocorrência do outro (BATISTA; GOMES; BALTAZAR, 2012). O cálculo foi realizado a partir da relação de união entre os eventos, utilizando a Equação 2.

$$P(A\ U\ B) = P(A) + P(B)\ - P(A \cap B)\ \text{ Onde }\ P(A\ \cap\ B) = P(A)\ x\ P(B) \quad (2)$$

Os eventos foram organizados por categorias: vazamento, entupimento, mau cheiro, problemas com material e pressão. Uma nova análise probabilística foi realizada para cada uma das categorias de forma individualizada.

3.2 Mapeamento das falhas

Para a proposição de um mapeamento de falhas, várias ferramentas de análise causa e efeito foram estudadas, entre as quais: *Fault Tree Analysis* (FTA), *Event Tree Analysis* (ETA) e o Diagrama de Árvore ou Diagrama Sistemático.

Destas, as premissas utilizadas no modelo de mapeamento proposto partiram do desenho da árvore de falhas, que geralmente parte de um evento de topo, desdobrado em demais falhas (eventos básicos) que em conjunto ou individualmente, podem causar a falha do sistema. Este tipo de procedimento é conhecido como top down (ALMEIDA *et al*., 2006).

Para a atribuição das possíveis causas e subcausas para cada falha detectada, foram feitas análises documentais (por meio dos registros das solicitações de assistências técnicas e por meio da análise dos projetos hidrossanitários correspondentes), entrevistas não estruturadas com o corpo gerencial da empresa e com projetistas de tais sistemas.

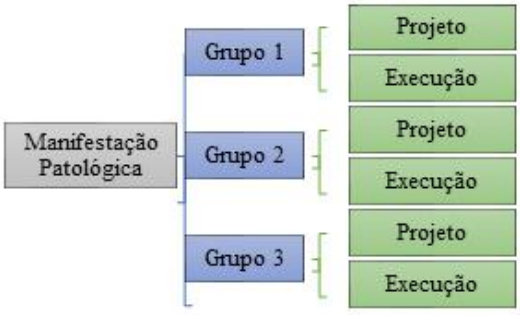
Na Figura 1 é possível identificar o modelo de mapeamento utilizado. A partida se dá no grupo de manifestação patológica, que seria a falha principal do sistema que se divide em seus vários subtipos.

Em seguida, as causas são previamente divididas em projeto ou execução, sendo que para cada um desses itens são levantadas as potenciais origens da falha inicial. Para o projeto, as causas foram definidas no âmbito da técnica, do detalhamento, da comunicação visual e da compatibilização (Figura 2).

Para a execução, as causas foram em função da mão de obra, material e método, como descrito na Figura 3.

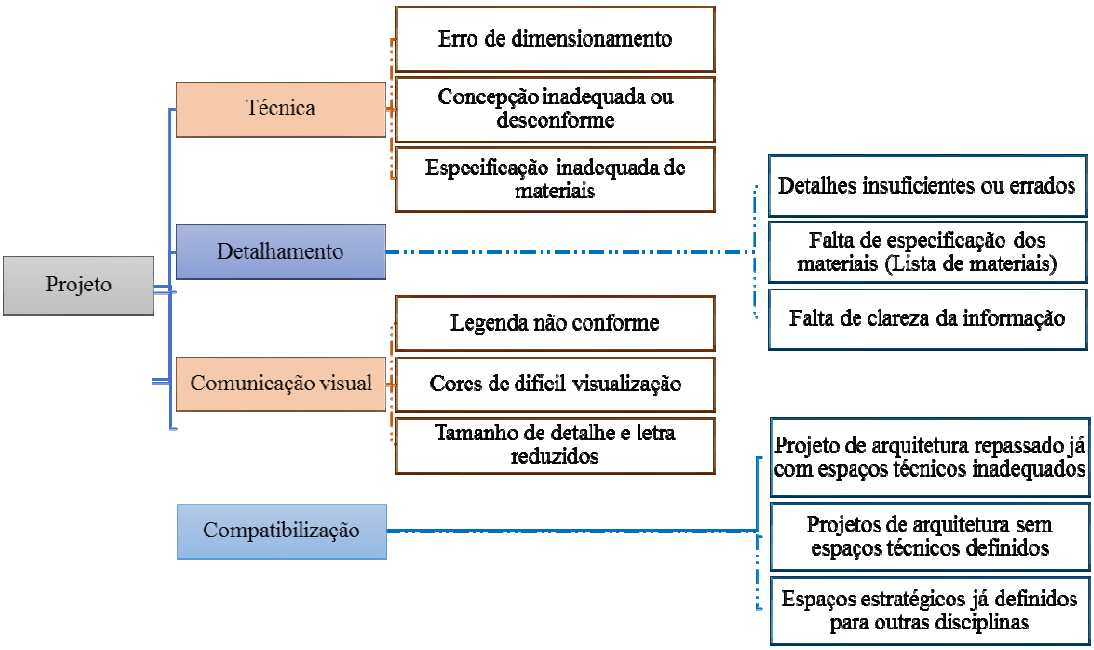
Para ambos o mapeamento finaliza quando a causa definida é plausível de intervenção gerencial.

Figura 1 – Esquema do mapeamento de falhas



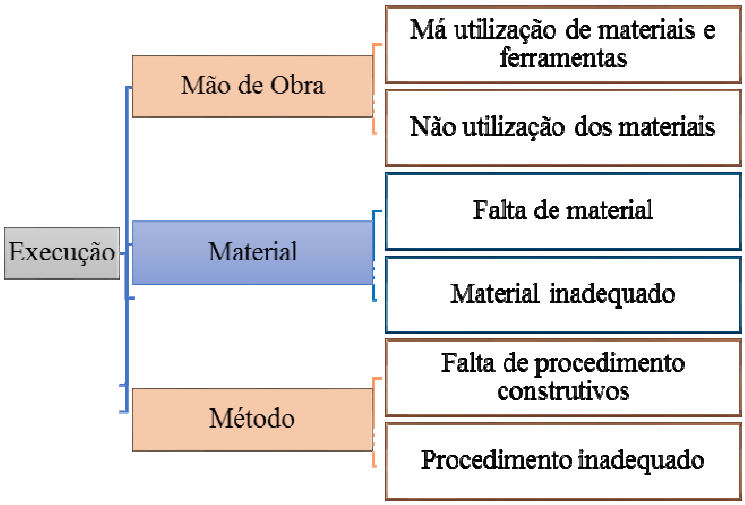
Fonte: Os autores

Figura 2 – Esquema do mapeamento de falhas: Projeto



Fonte: Os autores

Figura 3 – Esquema do mapeamento de falhas: Execução



Fonte: Os autores

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise dos dados foi dividida em análise quantitativa por probabilidade e análise qualitativa por mapeamento das causas.

4.1 Análise probabilística

Na Tabela 1 estão listados os 28 tipos de problemas em que foram

classificadas as solicitações de assistências técnicas nos empreendimentos em estudo.

Tabela 1 – Probabilidade de ocorrer cada tipo de evento

Ord.	Tipos de Eventos	Quantidade	%
1	Infiltração no teto	51	6,38%
2	Ralo ou pia entupidos	24	3,00%
3	Vazamento na torneira	20	2,50%
4	Mau cheiro	17	2,13%
5	Defeito descarga caixa acoplada	15	1,88%
6	Vazamento no sifão	10	1,25%
7	Vazamento na tubulação. de Água Fria da BS	8	1,00%
8	Pressão insuficiente	6	0,75%
9	Vazamento de água no chuveiro	6	0,75%
10	Infiltração na parede	6	0,75%
11	Falta de algum material	4	0,50%
12	Bacia sanitária entupida	4	0,50%
13	Diversos	4	0,50%
14	Conta de água alta devido a provável vazamento	3	0,38%
15	Vazamento no hidrômetro	3	0,38%
16	Registro não fecha	2	0,25%
17	Falta de pontos de água	2	0,25%
18	Torneira demora a abrir	1	0,13%
19	Rachadura no sifão	1	0,13%
20	Peça giratória do registro se soltou	1	0,13%
21	Caixa de gordura com formato inadequado	1	0,13%
22	Pontos de água posicionados dentro da parede	1	0,13%
23	Problema na bomba de água	1	0,13%
24	Chuveiro da suíte torto	1	0,13%
25	Ruído proveniente das descargas	1	0,13%
26	Falta de ralo	1	0,13%
27	Vazão do chuveiro insuficiente	1	0,13%
28	Falta de água constante	1	0,13%
	Total de falhas	196	24,50%
	Total de sistemas	800	100,00%

Fonte: Os autores

Na Tabela 2 são apresentados os resultados dos cálculos da probabilidade de ocorrer algum evento a partir da relação de união, tendo resultados intermediários para a sequência de eventos, obtendo o total de 22,01% de chances de ocorrer pelo menos um tipo dos eventos estudados.

Tabela 2 – Cálculo da probabilidade a partir da relação de união

Tipos de Eventos	**Probabilidade**			
Infiltração no teto	0,0638			
Ralo ou pia entupidos	0,0300	P(1 U 2)	0,0918	A
Vazamento na torneira	0,0250	P(3 U A)	0,1145	B
Mau cheiro	0,0213	P(4 U B)	0,1334	C
Defeito descarga caixa acoplada	0,0188	P(5 U C)	0,1496	D
Vazamento no sifão	0,0125	P(6 U D)	0,1602	E
Vazamento na tub. de AF da BS	0,0100	P(7 U E)	0,1686	F
Pressão insuficiente	0,0075	P(8 U F)	0,1749	G
Vazamento de água no chuveiro	0,0075	P(9 U G)	0,1811	H
Infiltração na parede	0,0075	P(10 U H)	0,1872	I
Falta de algum material	0,0050	P(11 U I)	0,1913	J
Bacia sanitária entupida	0,0050	P(12 U J)	0,1953	K
Diversos	0,0050	P(13 U K)	0,1993	L
Conta de água alta (provável vazam.)	0,0038	P(14 U L)	0,2023	M
Vazamento no hidrômetro	0,0038	P(15 U M)	0,2053	N
Registro não fecha	0,0025	P(16 U N)	0,2073	O
Falta de pontos de água	0,0025	P(17 U O)	0,2093	P
Torneira demora a abrir	0,0013	P(18 U P)	0,2103	Q
Rachadura no sifão	0,0013	P(19 U Q)	0,2113	R
Peça giratória do registro se soltou	0,0013	P(20 U R)	0,2123	S
Caixa de gordura com inadequada	0,0013	P(21 U S)	0,2132	T
Pontos de água dentro da parede	0,0013	P(22 U T)	0,2142	V
Problema na bomba de água	0,0013	P(23 U V)	0,2152	X
Chuveiro da suíte torto	0,0013	P(24 U X)	0,2162	Y
Ruído proveniente das descargas	0,0013	P(25 U Y)	0,2172	Z
Falta de ralo	0,0013	P(26 U Z)	0,2181	AA
Vazão do chuveiro insuficiente	0,0013	P(27 U AA)	0,2191	AB
Falta de água constante	0,0013	P(28 U AB)	0,2201	P(FAL)
			22,01%	

Fonte: Os autores

Os eventos foram organizados por categorias: vazamento, entupimento, mau cheiro, problemas com material e pressão.

Na categoria classificada como **vazamento**, foram realizados os cálculos conforme Equação 3, a Tabela 3 apresenta o resultado de 12,86% de probabilidade que o sistema apresente algum tipo de vazamento.

Dentre as categorias analisadas é a que apresenta maior probabilidade de ocorrência.

Tabela 3 – Probabilidade de ocorrer evento da categoria Vazamento

Tipos de Eventos	**Quantidade**		**Probabilidades**			
Infiltração no teto	51	1	0,0638			
Vazamento na torneira	20	2	0,0250	P(1 U 2)	0,0872	A
Vazamento no sifão	10	3	0,0125	P(3 U A)	0,0986	B
Vazamento na tub. de AF da BS	8	4	0,0100	P(4 U B)	0,1076	C
Vazamento de água no chuveiro	6	5	0,0075	P(5 U C)	0,1143	D
Infiltração na parede	6	6	0,0075	P(6 U D)	0,1209	E
Conta de água alta (provável vazam.)	3	7	0,0038	P(7 U E)	0,1242	F
Vazamento no hidrômetro	3	8	0,0038	P(8 U F)	0,1275	G
Rachadura no sifão	1	9	0,0013	P(9 U G)	0,1286	P(VAZ)
Vazamento				12,86%		

Fonte: Os autores

$$\boldsymbol{P(VAZ)} = P\left(1\ U\ 2\ U\ 3\ U\ 4\ U\ 5\ U\ 6\ U\ 7\ U\ 8\ U\ 9\right) \quad (3)$$

A probabilidade de ocorrer algum evento da categoria classificada como **entupimento** é de 3,49%, como mostra a Tabela 4.

Para os cálculos utilizados, foi utilizada a Equação 4.

Tabela 4 – Probabilidade de ocorrer evento da categoria Entupimento

Tipos de Eventos	**Quantidade**		**Probabilidades**		
Ralo ou pia entupidos	24	1	0,0300		
Bacia sanitária entupida	4	2	0,0050	P(1 U 2)	0,0348
Entupimento P (ENT)					3,49%

Fonte: Os autores

$$\boldsymbol{P(ENT)} = \boldsymbol{P\left(1\ U\ 2\right)} \quad (4)$$

A Tabela 5 mostra que a probabilidade de ocorrer algum evento relativo a **problemas com materiais** é de 3,22%.

Tabela 5 – Probabilidade de ocorrer evento da categoria Problemas com Material

Tipos de Eventos	Quantidade		Probabilidades			
Defeito descarga caixa acoplada	15	1	0,0188			
Falta de algum material	4	2	0,0050	P(1 U 2)	0,0237	A
Registro não fecha	2	3	0,0025	P(3 U A)	0,0261	B
Torneira demora a abrir	1	4	0,0013	P(4 U B)	0,0273	C
Peça giratória do registro se soltou	1	5	0,0013	P(5 U C)	0,0285	D
Caixa de gordura inadequada	1	6	0,0013	P(6 U D)	0,0297	E
Problema na bomba de água	1	7	0,0013	P(7 U E)	0,0310	F
Chuveiro da suíte torto	1	8	0,0013	P(8 U F)	0,0322	P(MAT)
Problemas com material					3,22%	

Fonte: Os autores

Para a categoria **Mau Cheiro**, a Tabela 6 mostra o resultado de 2,13% de probabilidade que algum sistema venha a apresentar esse problema.

Tabela 6 – Probabilidade de ocorrer evento da categoria Mau Cheiro

Tipos de Eventos	Quantidade		Probabilidades			
Mau cheiro	17	4	0,0213	3	0,0213	P(CHE)
Mau cheiro					2,13%	

Fonte: Os autores

A categoria **Pressão** foi a que apresentou menor probabilidade de ocorrer, 0,87%, como mostra a Tabela 7. Isso não significa que é um evento que pode ser desconsiderado, levando em consideração a qualidade dos dados de assistência técnica e a falta de conhecimento técnico dos solicitantes que, via de regra são usuários/moradores, o motivo da probabilidade de ocorrer esse evento pode não ser somente a sua eficiência

Tabela 7 – Probabilidade de ocorrer evento da categoria Pressão

Tipos de Eventos	Quantidade		Probabilidades			
Pressão insuficiente	6	1	0,0075			
Vazão do chuveiro insuficiente	1	2	0,0013	P (1 U 2)	0,0087	P (PES)
Pressão					0,87%	

Fonte: Os autores

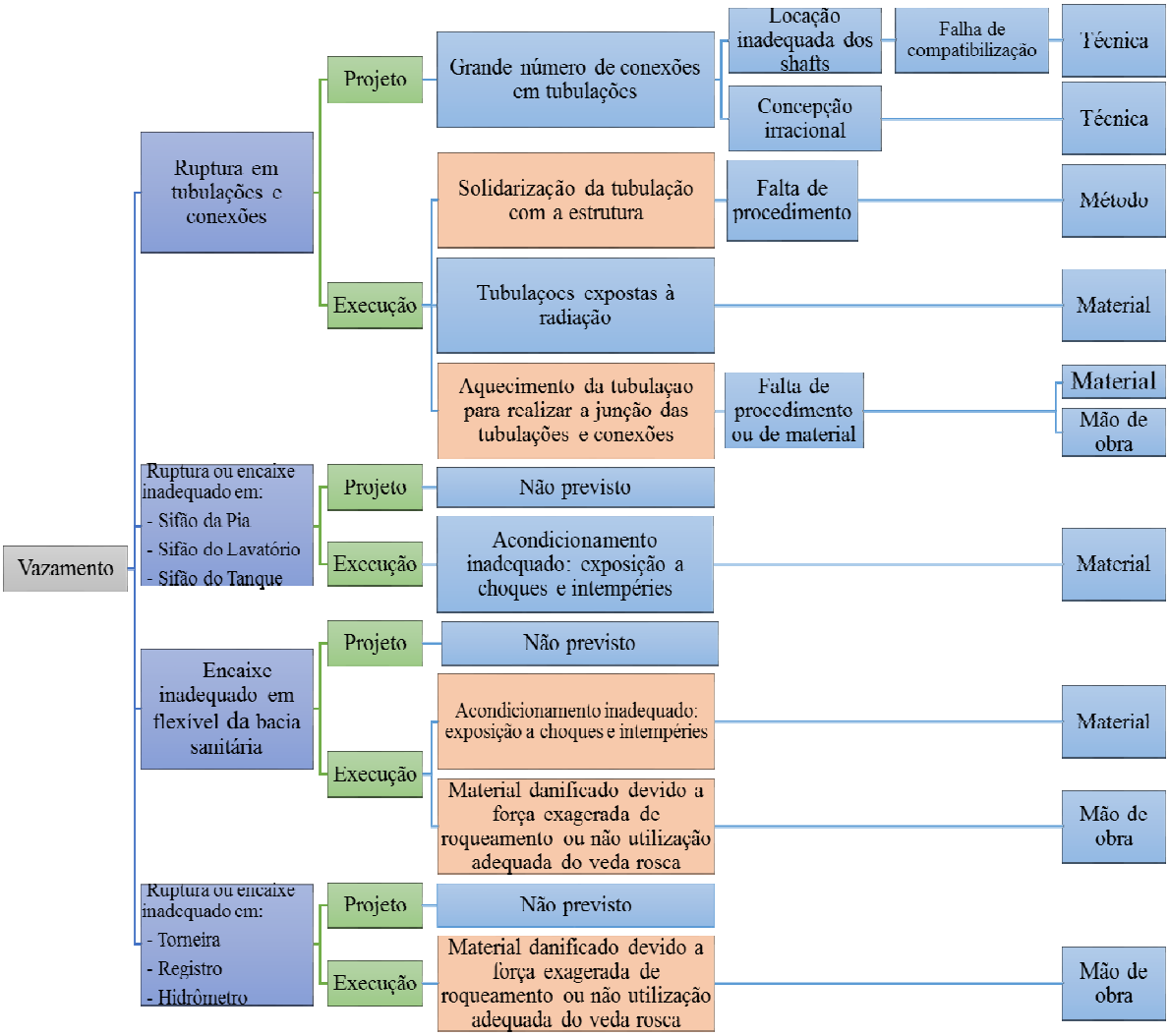
4.2 Mapeamento das causas

O mapeamento dos **vazamentos** foi subdividido em quatro grupos de causas: Ruptura em tubulações e conexões; ruptura ou encaixe inadequado no sifão, seja de pia, lavatório ou tanque; encaixe inadequado em flexível

da bacia sanitária; e ruptura ou encaixe inadequado na torneira, registro ou hidrômetro.

As origens subsequentes podem ser visualizadas no esquema elaborado na Figura 5.

Figura 5 – Mapeamento dos vazamentos

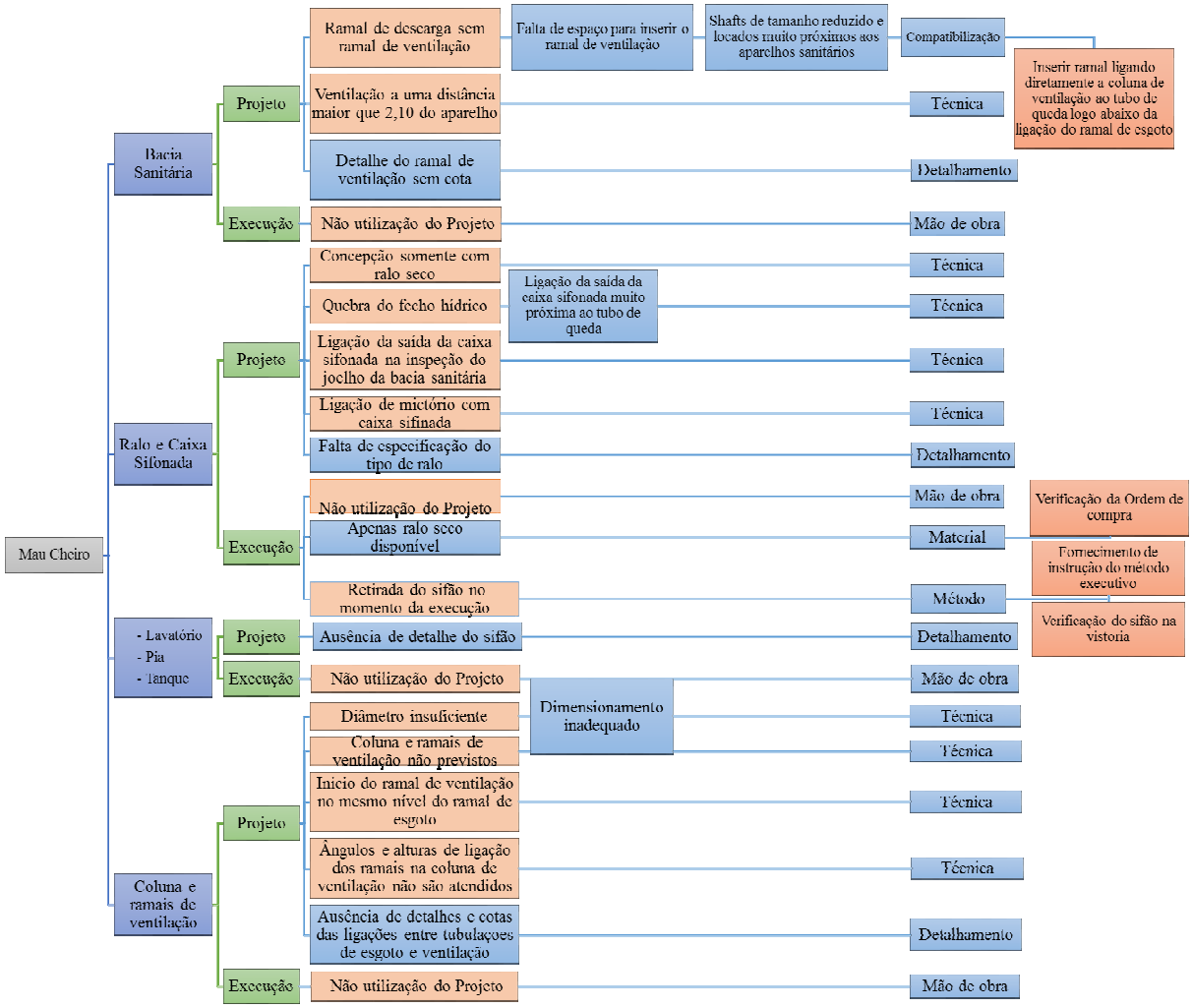


Fonte: Os autores

Para o **mau cheiro**, o mapeamento também foi subdividido em quatro grupos, mas estes foram relacionados aos locais de ocorrência das causas potenciais, que podem ser devido à bacia sanitária; ralo e caixa sifonada; lavatório, pia e tanque, ou coluna e ramais de ventilação.

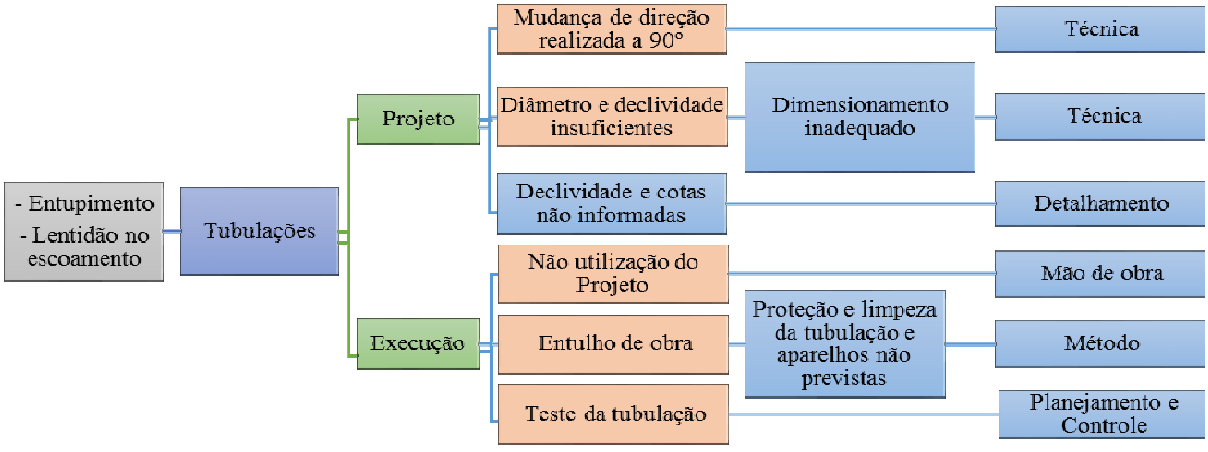
É possível identificar na Figura 6 as sequências de causas possíveis para cada subgrupo.

Figura 6 – Mapeamento do mau cheiro



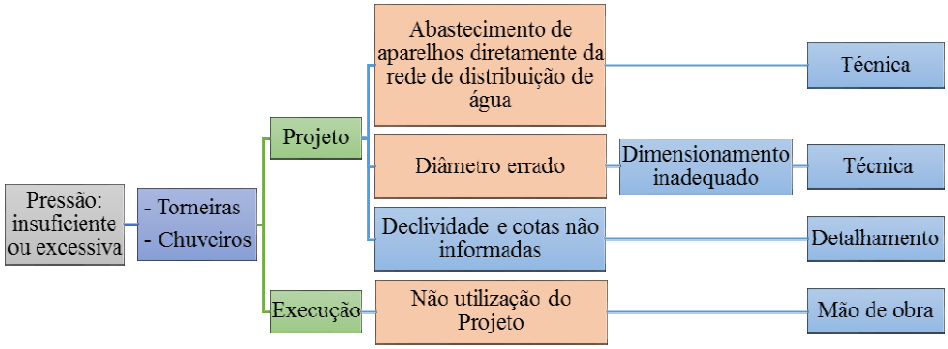
Para o item **entupimento** foram consideradas apenas origens de falhas relacionadas às tubulações, como pode ser identificado na Figura 7.

Figura 7 – Mapeamento do entupimento



Dentre as manifestações patológicas analisadas, o excesso ou insuficiência de **pressão** obteve o menor mapeamento, que pode ser visualizado na Figura 8.

Figura 8 – Mapeamento da pressão



Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

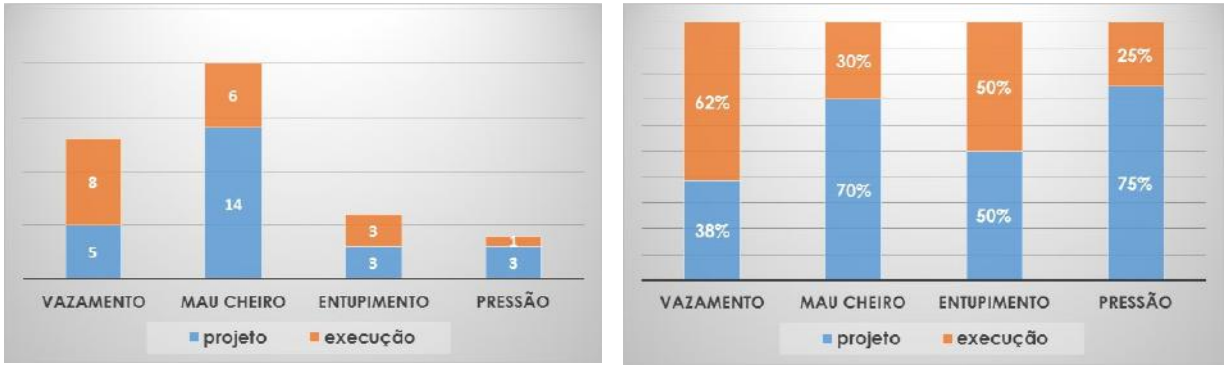
O caso estudado corroborou os resultados do trabalho de Cupertino e Brandstetter (2015), que ressaltaram os SPHS como os serviços de maior frequência entre as solicitações pós-obra em empreendimentos residenciais.

O estudo confirmou a aplicabilidade do método a partir da probabilidade e do mapeamento das causas das falhas para a etapa de análises qualitativas e quantitativas em projetos de gestão dos riscos.

Na análise realizada foram identificadas falhas em 24,5% dos sistemas selecionados para o estudo, sendo que por meio dos cálculos probabilísticos existe 22,01% de chances de ocorrer pelo menos um tipo de falha ou erro em cada sistema.

Dentre as categorias definidas, a relativa a vazamento apresentou a maior probabilidade de ocorrer 12,86%. As manifestações patológicas com a maior quantidade de causas levantadas foram o mau cheiro e os vazamentos. Os gráficos apresentados na Figura 9 permitem concluir pela potencialidade das origens das falhas para todas as manifestações patológicas analisadas.

Figura 9 – Análise final da potencialidade das origens das falhas em sistemas prediais hidrossanitários em relação ao projeto e execução



Fonte: Os autores

Destaca-se que o projeto corresponde a 58% das causas associadas e a execução responde por 42%.

Conclui-se que o projeto se destaca com uma maior quantidade de possibilidades de vícios ou falhas nas categorias de entupimento, mau cheiro e pressão. A execução por sua vez se destaca com mais relevância na categoria de vazamento.

A constatação de que as deficiências nos projetos se tornam a principal causa dos problemas identificados em sistemas construtivos pós-obra corrobora os trabalhos de Henriques (2001), Helene e Pereira (2007) e Ferreira (2009).

O método permitiu identificar a probabilidade associada ao risco utilizando as análises qualitativas e quantitativas de formas complementares. Para cada falha identificada, pode-se desta forma auxiliar gestores na tomada de decisão quanto às melhores formas de controle e prevenção, seja na correta utilização de materiais, ferramentas e adequação dos procedimentos construtivos na execução ou no planejamento e controle da qualidade do projeto quanto aos aspectos de correta solução técnica, detalhamento, comunicação visual e compatibilização com os demais sistemas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Capes e à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás pelo financiamento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABDELGAWAD, M.; FAYEK, A. R. Risk Management in the Construction Industry Using Combined Fuzzy FMEA and Fuzzy AHP. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, n. 9, p.1028-1036, set. 2010.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 5674**: Manutenção de edificações: requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos: desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ALMEIDA, D. A.; LEAL, F.; PINHO, A. F.; FAGUNDES, L. D. Gestão do Conhecimento na análise de falhas: mapeamento de falhas através de sistema de informação. **Produção**, v. 16, n. 1, p. 171-188, São Paulo, 2006.

BATISTA, B. D.; GOMES, G. K.; BALTAZAR, A. V. A árvore de falhas (FTA) como ferramenta para o alcance da excelência no processo de fornecimento de água quente por aquecedores solares. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 32, 2012, Bento Gonçalves. **Anais**...Rio de Janeiro: ABEPRO, 13p, 2012.

BRITO, J. N. S. **Retroalimentação do processo de desenvolvimento de empreendimentos de habitação de interesse social a partir de reclamações de usuários**: estudo no Programa de Arrendamento Residencial. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2009.

CHEN, H.; BI, Z.; XIAO, P.; WANG, D.; YANG, M. Practical evaluation for water utilities in China by using analytic hierarchy process. **Frontiers of Environmental Science & Engineering**, v. 9, n. 1, p. 131-137, 2015.

CHI, C.; LIN, S.; DEWI, R. S. Graphical fault tree analysis for fatal falls in the construction industry. **Accident Analysis and Prevention**, v. 72, p.359-369, 2014.

CHOUDHRY, R. M.; IQBAL, K. Identification of risk management system in construction industry in Pakistan. **Journal of Management in Engineering**, v. 29, n.1, p.42-49, 2013.

CORREA, S. M. B. B. **Probabilidade e estatística**. Belo Horizonte: PUC Minas Virtual, 2003, 116 p.

CUPERTINO, D.; BRANDSTETTER, M. C. G. de O. Proposição de ferramenta de gestão pós-obra a partir dos registros de solicitação de assistência técnica. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 243-265, out./dez. 2015.

FANTINATTI, P. A. P. **Ações de Gestão do Conhecimento na Construção Civil**: evidências a partir da assistência técnica de uma construtora. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2008.

FERREIRA, L. C. J. **Rendimentos e Custos em Actividades de Manutenção de Edifícios**: cobertura de edifícios correntes. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Instituto Superior Técnico, Universidade Técnica de Lisboa, Portugal, 2009.

FIANKO, A. B.; CHILESHE, N. An analysis of risk management in practice: the case of Ghana's construction industry. **Journal of Engineering, Design and Technology**, v. 13, n. 2, p. 240 – 259, 2015.

GNIPPER, S. F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, Campinas, São Paulo, 2010.

GÖÇER, O.; HUA, Y.; GÖÇER, K. Completing the missing link in building design process: Enhancing post-occupancy evaluation method for effective feedback for building performance. **Building and Environment**, v. 89, p.14-27, 2015.

HELENE, P.; PEREIRA, F. **Rehabilitación y Mantenimiento de Estructuras de Concreto.** Bogotá: SIKA, 2007.

HENRIQUES, F. M. A. A Noção de Qualidade em Edifícios. In: CONGRESSO NACIONAL DA CONSTRUÇÃO, Lisboa, 2001. **Anais...**Lisboa**,** 2001.

LOURO, A. C.; PUGIRÁ, C. G. Bibliographic study in risk management aimed to identify more referenced tools, methods and relationships. **Iberoamerican Journal of Project Management**, v. 6, n.1, p. 78-93, 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PREPARAÇÃO DA EXECUÇÃO DE OBRAS (PEO): ESTUDOS DE CASO NA CIDADE DE GOIÂNIA-GO[1]

ARROTÉIA, Aline Valverde (1); AMARAL, Tatiana Gondim do (2); MELHADO, Silvio Burrattino (3)

(1) USP, e-mail: aline.arroteia@usp.br (2) UFG, e-mail: tatiana_amaral@hotmail.com;
(3) USP, e-mail: silvio.melhado@usp.br

RESUMO

Nos últimos 20 anos, o setor da construção civil no Brasil evoluiu significativamente em resposta ao crescimento da competitividade no mercado. Entretanto, nesse processo de evolução ainda têm sido encontradas barreiras culturais e organizacionais, e, sobretudo, dificuldades nos esforços voltados à qualidade nos canteiros de obras. Aliada a este quadro, a falta de integração entre as atividades de construir e projetar provoca uma série de desperdícios, patologias, retrabalhos e alterações improvisadas decorrentes de projetos não compatibilizados, ora por ausência de detalhes nos projetos, ora por decisões tomadas por pessoas não capacitadas. Dessa forma, este trabalho tem como objetivo geral discutir a implementação do método da Preparação da Execução de Obras (PEO) a fim de potencializar a qualidade na interface projeto-execução de obras. O método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho é classificado como qualitativo e foi realizado por meio de estudos de caso. Os resultados obtidos com a realização da pesquisa comprovaram a eficácia do método da PEO e a sua viabilidade enquanto potencializador na melhoria da gestão da interface projeto-execução de obras. Portanto, conclui-se que a PEO é viável de ser aplicada em empresas de incorporação e construção de edifícios.

Palavras-chave: Preparação da Execução de Obras. Gestão de Projetos. Comunicação.

ABSTRACT

During the last twenty years the construction field in Brazil has evolved significantly in response to its market growing and competitiveness. However this evolving path has faced many obstacles such as cultural barriers and the lack of efforts to achieve quality at the construction site. As one of the causes of this facts the lack of integration between construction and the designing process generates waste, pathologies, rework and improvised changes originated by non-detected clashes in design which were taken by incapacitated personnel at an inadequate moment. At the same time, the great amount of information generated on the designing or construction phases is lost due to the lack of an effective coordination of these activities. Thus the aim of this research is to implement the Building Pre-Construction Management (PEO) seeking to understand the management of the designing process in its interface with the construction site. The research method applied on the development of the analysis is classified as qualitative and it will be carried out through the studied cases and the evaluation of its results. The results obtained demonstrated the PEO method's effectiveness and feasibility while a booster on the quality improvement of design

[1] ARROTÉIA, Aline Valverde; AMARAL, Tatiana Gondim do; MELHADO, Silvio Burrattino. Preparação da execução de obras: estudos de caso na cidade de Goiânia-GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11. 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

management. Therefore, it can be concluded that the PEO is feasible to be applied in real estate and building companies.

Keywords: *Building Pre-Construction Management. Design management. Communication.*

1 INTRODUÇÃO

Acerca dos últimos 20 anos, Manso e Mitidieri Filho (2011) afirmam que a realidade da construção civil modificou-se significativamente em virtude da prática dos sistemas de gestão da qualidade, o que resultou em um avanço para o setor. Assim como em outros países, no Brasil são identificadas necessidades de reformulação nos aspectos relacionados às pessoas, processos, tecnologia e dados envolvidos no processo de projeto, a fim de atender às necessidades de crescimento e melhorar a qualidade da construção civil (MANZIONE, 2013).

A falta de planejamento e a fragmentação das etapas de projeto e execução de obras influenciam na qualidade do produto e diretamente no custo final do empreendimento (YANG E WEI, 2010). Para Kovacic, Oberwinter e Müler (2013) a alta fragmentação das etapas interfere na gestão das atividades que envolvem o projeto, o planejamento e a execução do edifício.

O presente artigo é resultado de uma dissertação de mestrado, cuja qual teve como objetivo principal implementar o método da preparação da execução de obras (PEO) a fim de avaliar a interface da gestão do processo de projeto e da execução do canteiro de obras. A implementação do método da PEO foi proposta em um cenário diferente da realidade encontrada nos canteiros de obras franceses e aplicada em São Paulo por Souza (2001).

2 GESTÃO DA INTERFACE PROJETO-EXECUÇÃO DE OBRAS

A indústria da construção sofre com a fragmentação ao longo das fases do ciclo de vida do empreendimento. Os projetos são desenvolvidos por um grande número de agentes envolvidos, tais como o empreendedor, os projetistas, os consultores, os subcontratados e fornecedores. Todos estes deveriam trabalhar em conjunto, tanto na fase de projeto e de execução, em razão da complexidade de se construir um edifício (XUE; SHEN; REN, 2010).

Durante as etapas iniciais de desenvolvimento do projeto, a interação entre os diferentes agentes ocorrem livremente, uma vez que a carga de informações ainda é pequena. Com o passar do tempo, a quantidade de informações produzidas aumenta, assim como o surgimento de novos agentes formais e informais, configurando a necessidade de comprometimento dos profissionais envolvidos frente às fases de projeto e execução (EMMITT, 2010).

Portanto, a integração da interface projeto-obra e dos agentes envolvidos requer planejamento, organização, disciplina e aceitação do processo por parte de todos os membros da equipe, pois, a definição clara da gestão do projeto com as funções e prazos estabelecidos antes do início das atividades reflete positivamente no envolvimento da equipe, tornando-a mais integrada e motivada diante do novo desafio (VENTURA; PRATSCHKE, 2013).

3 PREPARAÇÃO DA EXECUÇÃO DE OBRAS (PEO)

A PEO é considerada uma fase de transição entre o desenvolvimento do projeto e a execução da obra, com o objetivo de aprimorar o projeto, planejar a execução da obra, rever os projetos entregues e envolver as equipes de projeto e execução, reservando uma fase para os ajustes necessários do projeto no canteiro de obras por meio de reuniões sistematizadas (MELHADO *et al.*, 2006).

A preparação da execução de obras é classificada como a terceira fase do processo de desenvolvimento de uma edificação, após a realização do planejamento e da elaboração do projeto. Por isso, é considerada uma fase de articulação racional entre os projetos, o planejamento e a execução da obra. Na Figura 1 está ilustrada a inserção da preparação da execução de obras no processo de projeto do empreendimento (ROMANO, 2003).

Figura 1 – O processo de projeto no contexto do desenvolvimento de um empreendimento/edificação (ROMANO, 2003)



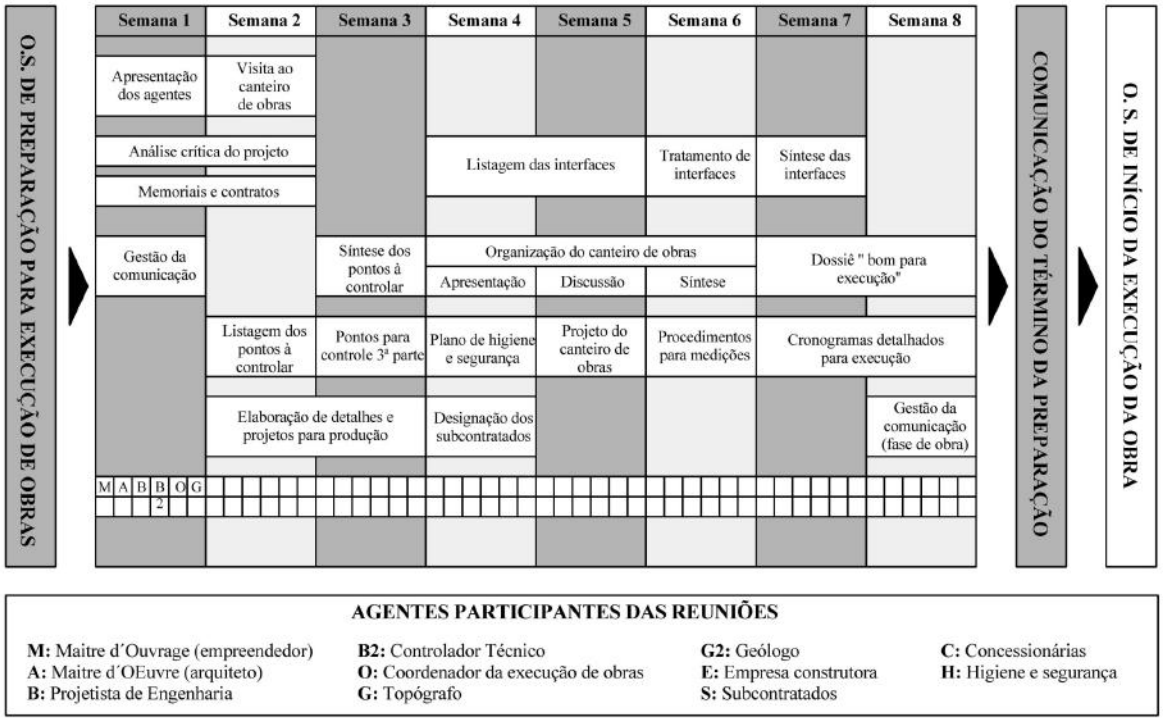
Souza e Melhado (2003) destacam os dez principais objetivos que a PEO objetiva atingir:

1. Validação ou elaboração de estudos que complementem a viabilidade técnica e econômica das decisões de projeto;
2. Estabelecimento das soluções para os detalhes de projeto e sua validação;
3. Revisão dos memoriais descritivos separado por projeto ou por subsistema;
4. Solicitação das amostras e protótipos dos produtos e sistemas a serem utilizados na execução de obras;
5. Estudo e solução dos problemas das interfaces frente aos variados serviços;
6. Estabelecimento e validação dos pontos de controle;

7. Análise e verificação no local dos fatores intervenientes externos;
8. Elaboração de projeto do canteiro de obras que defina, por exemplo, o local de estocagem dos materiais, os acessos, as instalações provisórias e do transporte vertical, visando um local de trabalho mais organizado;
9. Detalhamento do cronograma físico para a execução dos serviços;
10. Documentação que relate o desenvolvimento dos trabalhos durante a PEO, por meio de atas de reunião.

A Figura 2 ilustra o modelo de planejamento geral das reuniões coletivas de PEO, o qual deve ser acordado com todos os agentes envolvidos na construção a partir de uma sistemática de reuniões que promovam o planejamento, a organização, o controle e o gerenciamento dos projetos e do canteiro (RÉGIE DES BATIMENTS, 2011).

Figura 2 – Planejamento geral das reuniões coletivas de PEO (Adaptado de SOUZA; MELHADO, 2003)



4 MÉTODO DE PESQUISA

O método de pesquisa adotado para o desenvolvimento deste trabalho é classificado como qualitativo, cujo qual foi realizado por meio de estudos de caso na cidade de Goiânia-GO.

4.1 Etapas de pesquisa

A pesquisa dividiu-se em duas etapas, definidas da seguinte maneira:

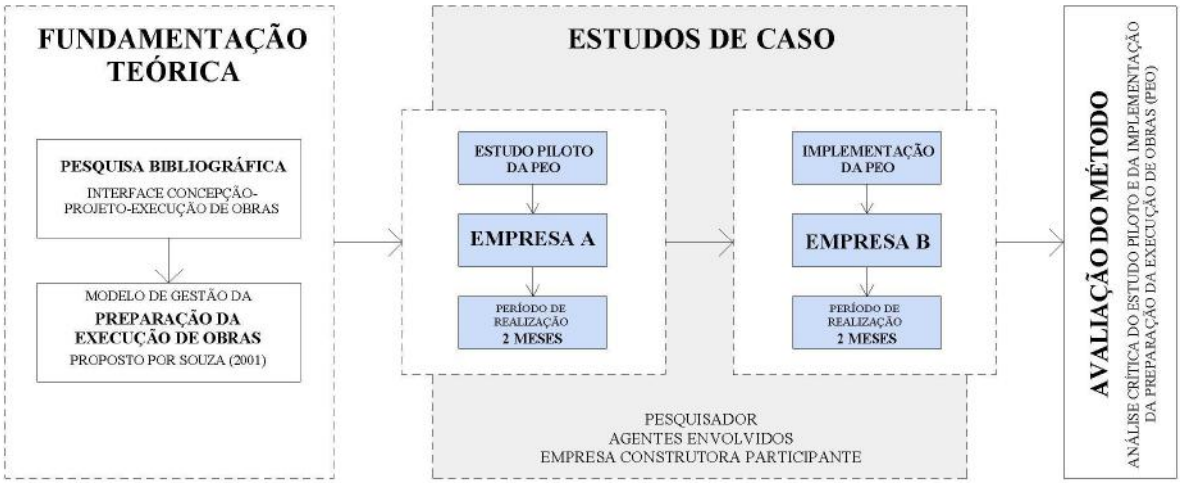
- **Estudo piloto da PEO na empresa A:** estudo do método com o intuito de conhecer as atividades, as ações e os agentes responsáveis durante a

fase de PEO para que após a sua aplicação fosse possível analisá-lo criticamente para a implementação da PEO na empresa B;

- **Implementação da PEO na empresa B:** realizada após a aplicação do estudo piloto na empresa A, a fim de avaliar os resultados da aplicação do método em empresas com aspectos organizacionais e departamentais diferentes.

O delineamento da pesquisa adotado no desenvolvimento do trabalho está ilustrado na Figura 3.

Figura 3 – Delineamento da pesquisa



4.3 Planejamento e organização das reuniões

As reuniões foram realizadas antes do início dos serviços no canteiro de obras dos empreendimentos, e programadas periodicamente semanalmente ou quinzenalmente. Na primeira reunião foi apresentado um cronograma com o planejamento das atividades a serem cumpridas durante todo o período de desenvolvimento da PEO com as datas referentes às reuniões subsequentes. As reuniões visaram atender essencialmente ao:

- controle e ao planejamento das atividades;
- Controle da conformidade técnica de execução;
- cumprimento do previsto com o que realmente foi realizado;
- Favorecimento da comunicação entre os agentes.

5 ANÁLISE DE DADOS E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

5.1 Caracterização da Empresa A (Estudo Piloto)

A empresa A é uma empresa incorporadora e construtora de médio porte, com 16 anos de atuação no Estado de Goiás. Tem como especialidade incorporar e construir edifícios residenciais multifamiliares de baixo e médio padrão, e habitações de interesse social pelo programa Minha Casa Minha Vida do Governo Federal. Atua principalmente no Estado de Goiás.

A empresa iniciou em 2012 a implementação do *Software* Integrado de Gestão (Sienge) e a implementação da ISO 9001 e PBQP-H. A administração é formada por uma equipe de 40 funcionários, sendo eles: engenheiros residentes, mestres de obras, encarregados, administrativos de obras, técnico de segurança, almoxarifes e estagiários. Enquanto que, na produção, a equipe é composta por 189 funcionários próprios e 71 terceirizados.

5.2 Caracterização da Empresa B (Implementação da PEO)

Fundada em 1999, a empresa B é uma empresa de médio porte no ramo de incorporação e construção, tendo como especialidade incorporar e construir edifícios residenciais multifamiliares, edifícios comerciais e hotéis de médio e alto padrão na cidade de Goiânia-GO.

A empresa é certificada na ISO 9001 e PBQP-H Nível A desde 2005. O corpo administrativo inclui 52 funcionários na sede, enquanto que a equipe de produção contava com 225 funcionários próprios e 400 operários terceirizados.

5.3 Análise do Estudo Piloto da PEO na Empresa A

O estudo piloto na empresa A foi iniciado em 2012 com o lançamento da PEO no empreendimento 1. Todavia, o estudo piloto aplicado na empresa A foi interrompido durante o seu desenvolvimento devido à paralisação da obra e a ao desligamento do engenheiro residente responsável pela execução do empreendimento 1. Após a interrupção foram realizadas mais duas reuniões, as quais foram destinadas à discussão e análise crítica do projeto detalhado de arquitetura do empreendimento.

Com a interrupção da execução da obra e a saída do engenheiro residente não foi possível dar continuidade às reuniões, uma vez que as decisões foram tomadas durante a fase de PEO em conjunto com este agente. Seria necessário que o estudo piloto retomasse todas as reuniões desenvolvidas a partir da entrada do novo engenheiro residente, o que não foi efetivado. No quadro 1 está ilustrado o desenvolvimento das reuniões realizadas no empreendimento 1 na empresa A.

Quadro 1 – Quadro resumo com as reuniões realizadas durante estudo piloto da PEO

AS REUNIÕES DE PEO				
QUADRO RESUMO DAS REUNIÕES REALIZADAS NO ESTUDO PILOTO				
FASES	REUNIÃO	DIA/MÊS	TEMA CENTRAL DA REUNIÃO	LOCAL
Lançamento do estudo piloto	1ª REUNIÃO	04/05	Apresentação da metodologia e reconhecimento dos agentes participantes	*Stand* de vendas do empreendimento
Desenvolvimento do estudo piloto da PEO	2ª REUNIÃO	16/05	Reconhecimento do local do empreendimento e diretrizes para o projeto e o plano de segurança do canteiro de obras	*Stand* de vendas do empreendimento
	3ª REUNIÃO	23/05	Discussão dos projetos do empreendimento e definição da nova padronização para arquivamento dos projetos	Sede administrativa da empresa
	4ª REUNIÃO	30/05	Apresentação e entrega do projeto executivo de arquitetura do empreendimento	Escritório do projetista de arquitetura terceirizado
	5ª REUNIÃO	09/06	Discussão do projeto e do plano de segurança do canteiro de obras e síntese dos pontos a controlar	*Stand* de vendas do empreendimento
	6ª REUNIÃO	13/06	Finalização do projeto e do plano de segurança do canteiro de obras	*Stand* de vendas do empreendimento
	7ª REUNIÃO	23/06	Tratamento das interfaces técnicas entre os projetos do empreendimento	*Stand* de vendas do empreendimento
	8ª REUNIÃO	27/06	Discussão e análise crítica do projeto executivo do empreendimento	*Stand* de vendas do empreendimento
Após estudo piloto da PEO	9ª REUNIÃO	21/08	Apresentação e entrega do projeto detalhamento do empreendimento	Escritório do projetista de arquitetura terceirizado
	10ª REUNIÃO	25/09	Discussão e análise crítica do projeto de detalhamento do empreendimento	Escritório do projetista de arquitetura terceirizado

5.4 Análise da Implementação da PEO na Empresa B

A implementação da PEO na empresa B iniciou-se em 2013, a qual objetivou a apresentação do método e do cronograma das reuniões para os agentes participantes. A fase de preparação da execução de obras desenvolveu-se em um período aproximado de três meses sem interrupção, visando o cumprimento das atividades de modo contínuo durante a etapa de preparação do canteiro de obras.

Dessa forma, para um melhor entendimento do desenvolvimento das reuniões na empresa B, foram elaborados dois quadros a fim de ilustrar como as reuniões foram planejadas anteriormente ao início da fase de PEO, e como elas aconteceram no momento da implementação. Ou seja, cronogramas das reuniões de PEO anterior e posterior à implementação, conforme ilustrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Cronograma planejado x executado da implementação da PEO na empresa B

AS REUNIÕES DE PREPARAÇÃO DA EXECUÇÃO DE OBRAS (PEO)								
CRONOGRAMA PLANEJADO				CRONOGRAMA EXECUTADO				
FASES	REUNIÃO	DIA/MÊS	TEMA CENTRAL DA REUNIÃO	FASES	REUNIÃO	DIA/MÊS	TEMA CENTRAL DA REUNIÃO	LOCAL
Lançamento da PEO	1ª REUNIÃO	17/05	Apresentação da metodologia e reconhecimento dos agentes participantes	Lançamento da PEO	1ª REUNIÃO	17/05	Apresentação da metodologia e reconhecimento dos agentes participantes	Sede administrativa da empresa
Desenvolvimento da PEO	2ª REUNIÃO	22/05	Reconhecimento do local do empreendimento e a análise crítica dos projetos	Desenvolvimento da PEO	2ª REUNIÃO	20/05	Discussão e análise crítica dos projetos envolvidos no empreendimento	Sede administrativa da empresa
	3ª REUNIÃO	29/05	Discussão do projeto de detalhamento e tratamento das interfaces técnicas e gerenciais		3ª REUNIÃO	11/06	Reconhecimento do local do empreendimento e continuação da análise crítica dos projetos	Escritório do canteiro de obras
	4ª REUNIÃO	07/06	Revisão dos contratos relacionados à prestação dos serviços técnicos dos subempreiteiros		4ª REUNIÃO	20/06	Diretrizes para elaboração do projeto e do plano de segurança do canteiro de obras	Escritório do canteiro de obras
	5ª REUNIÃO	14/06	Diretrizes para elaboração do projeto e do plano de segurança do canteiro de obras		5ª REUNIÃO	27/06	Discussão do projeto e do plano de segurança do canteiro de obras	Escritório do canteiro de obras
	6ª REUNIÃO	21/06	Revisão dos procedimentos de execução e controle		6ª REUNIÃO	05/07	Tratamento das interfaces técnicas e revisão dos procedimentos de medição e controle	Sede administrativa da empresa
	7ª REUNIÃO	28/06	Apresentação dos projetos e síntese dos pontos à controlar		7ª REUNIÃO	17/07	Revisão dos contratos relacionados à prestação dos serviços técnicos dos subempreiteiros	Escritório do canteiro de obras
Finalização da PEO	8ª REUNIÃO	05/07	Apresentação do dossiê "bom para execução".		8ª REUNIÃO	30/07	Apresentação dos projetos e síntese dos pontos à controlar	Sede administrativa da empresa
				Finalização da PEO	9ª REUNIÃO	13/08	Apresentação do dossiê "Bom para execução"	Escritório do canteiro de obras

5.5 Avaliação do Método Proposto

Nos dois casos estudados foi constatada a falta de comprometimento dos agentes participantes durante a fase de PEO. Além da falta de participação dos projetistas foi identificada uma grande rejeição quanto à participação dos subempreiteiros nas reuniões na visão dos agentes integrantes da empresa sob a justificativa de que estes profissionais compartilham informações diferentes dos demais agentes envolvidos, e que por isso não contribuiriam para o desenvolvimento das ações praticadas na etapa de preparação da execução de obras.

Além disso, foi verificado que o formato de contratação dos serviços técnicos dos subempreiteiros não contribui para a participação destes profissionais na fase de PEO, pois, eles são admitidos no momento da execução dos serviços; ou seja, neste período a fase de PEO do empreendimento já foi concluída.

Outro aspecto observado foi à falta de conhecimento sobre o método por parte dos agentes representantes da empresa B apesar de o mesmo ter sido apresentado na primeira reunião da fase de PEO. Isto é, apesar de os agentes reconhecerem a importância da adoção de reuniões para a discussão do projeto, foi constatado que eles confundem o método da preparação da execução de obras com a etapa de gestão e compatibilização de projetos, anterior à fase de PEO, a qual deveria ser iniciada desde a concepção do projeto do empreendimento.

Como o estudo piloto da PEO no empreendimento 1 foi interrompido, não foram realizadas entrevistas com os agentes da empresa A. A aplicação do questionário para os três agentes da empresa B resultou nas seguintes observações:

- Acreditam que o método da PEO viável de ser implementado;
- Definiram como essencial a interação e comunicação entre os agentes na obtenção de melhorias para o projeto;
- Afirmaram a importância de reunir os projetistas com a equipe de obra, pois antecipa as decisões adiadas para a fase de execução de obras, apesar de não acontecer na empresa;
- Não consideram relevante a participação dos subempreiteiros nas reuniões de PEO; primeiro, sob a justificativa da alta rotatividade destes profissionais no mercado; e, em segundo lugar, relataram que os subempreiteiros não contribuiriam para as reuniões, uma vez que estes buscam apenas facilitar a execução dos seus serviços em detrimento da qualidade geral da obra;
- Consideram que os projetos compatibilizados pelo departamento de projetos da empresa possibilitam a redução das falhas e retrabalhos durante a execução;
- Consideram que o departamento de projetos ainda precisa se estruturar;
- Afirmaram que a empresa não realizava reuniões formalizadas com os projetistas e a equipe de execução antes da implementação da PEO.

Apesar das dificuldades encontradas na integração dos agentes envolvidos na produção de um edifício, foi comprovada a importância de se envolverem as equipes de projeto e obra, com exceção dos subempreiteiros, para o desenvolvimento do projeto.

A aplicação do método nas duas empresas estudadas trouxe resultados positivos no que tange à organização do canteiro de obras dos dois empreendimentos, bem como para a discussão e o tratamento das interfaces entre as disciplinas de projeto a partir da análise crítica desenvolvida durante as reuniões. São eles:

- Planejamento e organização do canteiro de obras por meio da elaboração do projeto de *layout* e do plano de segurança nos empreendimentos das empresas A e B;
- Análise crítica do projeto executivo e de detalhamento na empresa A, e dos projetos em andamento ao nível executivo na empresa B;
- Análise dos pontos críticos dos projetos que resultam em interferências na execução dos empreendimentos das empresas A e B;
- Tratamento das interfaces entre disciplinas de projeto nos dois casos estudados;
- Envolvimento das equipes de projeto e obra com as reuniões de PEO na empresa A e B;
- Criação do acesso na intranet da empresa B para que os projetistas possam hospedar as versões atualizadas dos projetos;
- Apresentação do projeto do empreendimento para a equipe de execução da empresa B;
- Identificação da necessidade de estabelecer reuniões sistematizadas para o estudo do projeto na empresa B;

- Previsão nos futuros contratos a participação dos projetistas nas reuniões de compatibilização de projetos na empresa B;
- Revisão dos procedimentos de execução e controle e dos contratos de prestação de serviços técnicos dos subempreiteiros na empresa B;
- Definição da participação obrigatória dos projetistas nas reuniões de compatibilização de projetos nos próximos empreendimentos da empresa B;
- Consciência de que é preciso mudar o pensamento com relação à gestão e a coordenação do processo de projeto.

Pode-se afirmar que o método da PEO é aplicável na produção de edifícios, desde que seja planejada com antecedência. Ou seja, a partir do momento que a empresa decide incorporá-la e acredita nas melhorias que ela pode trazer para a interface projeto-execução de obras, faz-se necessário que ela adote algumas iniciativas para que a implementação da PEO seja mais eficaz.

O primeiro passo deve ser tomado pela diretoria da empresa, de modo que a escolha do método objetive à melhoria do projeto e permita a redução de falhas, erros e retrabalhos comumente encontrados na produção de edifícios. Para tanto, faz-se necessário que a participação dos seus colaboradores esteja vinculada às metas da empresa com incentivo financeiro.

A segunda iniciativa envolve a mudança no modo de contratação dos projetistas e dos subempreiteiros. Para que a PEO traga melhores resultados para a empresa é fundamental que todos os agentes envolvidos na construção do empreendimento participem das reuniões de modo ativo. Sendo assim, é preciso que os contratos incorporem a participação obrigatória destes profissionais, a fim de que estes agentes possam estar envolvidos desde a concepção inicial do empreendimento. Em outras palavras, para que os resultados sejam satisfatórios, é fundamental que haja uma mudança na postura das empresas frente ao método.

A terceira iniciativa para a implementação da PEO, não abrangida por esta pesquisa, está relacionada à participação do coordenador pró-ativo na organização e no desenvolvimento das reuniões, bem como à continuidade das ações praticadas na fase de PEO por meio da coordenação proativa. Portanto, é fundamental que este agente trabalhe em conjunto com o coordenador de PEO e com o coordenador de projetos da empresa.

E, por fim, a quarta iniciativa, que complementa as anteriores, é que a gestão seja iniciada nas fases iniciais do projeto. Isto é, a gestão do processo de projeto deve ser desenvolvida do modo contínuo desde o início do projeto, e ao mesmo tempo, formalizada por meio de reuniões sistematizadas que priorizem a comunicação e a interação das equipes de projeto e obra.

6 CONCLUSÕES

Foi possível avaliar a gestão da interface projeto-execução de obras por meio da aplicação do método da PEO nas empresas estudadas apesar das limitações encontradas durante a sua aplicação devido às dificuldades em reunir os agentes de projeto e execução de obras durante a pesquisa. Deste modo, a análise de dados apontou a falta de participação de projetistas e do coordenador pró-ativo da empresa B em algumas reuniões. Além dos subempreiteiros que não participaram de nenhuma reunião durante a fase de PEO.

Este cenário reflete a dificuldade na comunicação entre os agentes da construção civil por meio de uma sistemática de reuniões que promovam a comunicação "face a face" destes agentes, visando à integração das etapas de projeto e obra, ainda considerada fragmentada no setor da construção civil brasileira.

Logo, entende-se que o contexto desejável para a realização da preparação da execução de obras é ter agentes motivados no compartilhamento de ideias, de modo que cada um possa contribuir com a sua área técnica de conhecimento. Assim como é fundamental que os agentes participantes da empresa, em especial, o coordenador pró-ativo e o coordenador de projetos tenham um conhecimento mais profundo sobre o método da PEO antes da sua implementação para que possam se envolver de forma mais ativa no desenvolvimento da fase de preparação da execução de obras.

Diante do exposto, faz-se necessária uma mudança de cultura na valorização do projeto dada sua importância no desempenho e na qualidade ao longo do ciclo de vida do edifício. Portanto, esta pesquisa afirma a importância da continuidade deste tema de pesquisa no meio acadêmico, inicialmente proposto por Souza (2001). Pois, além da PEO, existe a discussão de outros métodos em outros países que promovem a integração das equipes de projeto e obra.

Para tanto, a PEO não deve ser entendida como um método de gestão rígido, verificando-se a possibilidade de alteração no sequenciamento das reuniões anteriormente proposto, demonstrando a flexibilidade quanto à temática a ser discutida em cada reunião. Sendo assim, entende-se que o método da PEO deve apresentar diferentes formas de aplicação de acordo com os aspectos organizacionais das empresas de construção civil.

REFERÊNCIAS

EMMITT, S. **Managing Interdisciplinary Projects: a primer for architecture, engineering and construction**. London: Taylor and Francis, 2010. 189p.

KOVACIC, I.; OBERWINTER, L.; MÜLER, C. BIM-supported planning process for sustainable buildings – Process Simulation and Evaluation through Exploratory

Research. In: CIB 2013 WORLD BUILDING CONGRESS (CIB 2013), 2013, Queensland. **Proceedings...** Queensland, 2013.

MELHADO, S. B. et al. Uma perspectiva comparativa da gestão de projetos de edificações no Brasil e na França. **Revista Gestão & Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v.1, n.1, p.1-22, 2006.

MANSO, M. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. **Gestão e coordenação de projetos em empresas construtoras e incorporadoras:** da escolha do terreno à avaliação pós-ocupação. São Paulo: Pini, 2011.

MANZIONE, L**. Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**. 2013. 371 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

RÉGIE DES BATIMENTS. **Manuel de référence pour une gestion qualitative de chantier de la Régie des Bâtiments.** Bruxelas, 2011. Disponível em: <*www.buildingsagency.be/120109_integr_FR.pdf*.>. Acesso em: 01 set.2013.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações**. 2003. 381 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. **Preparação da Execução de Obras.** São Paulo: O nome da Rosa, 2003. 144p.

SOUZA, A. L. R. **Preparação e coordenação da execução de obras:** transposição da experiência francesa para a construção brasileira de edifícios. 2001. 463 f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

VENTURA, A.; PRATSCHKE, A. Experiência de gestão de um processo de projeto paramétrico, com superfícies complexas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: ANTAC, 2013

YANG, J. B.; WEI, P. R. Causes of delay in the planning and design phases for construction projects. **Journal of Architectural Engineering.** Reston, Virginia, v.16, n.2, p. 80-83, 2010.

XUE, X.; SHEN, K.; REN, Z. Critical review of collaborative working in construction projects: Business Environment and Human Behaviors. **Journal of Management in Engineering.** Reston, Virginia, v.26, n.4, p.196-208, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO EM USO DOS SISTEMAS METROFERROVIÁRIOS A PARTIR DA JORNADA DO USUÁRIO[1]

BARBOSA, Maria Beatriz (1); ORNSTEIN, Sheila Walbe (2)

(1) FAUUSP, e-mail: mbeatriz@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: sheilawo@usp.br

RESUMO

O serviço público de transporte de pessoas nas regiões metropolitanas deve oferecer condições adequadas de utilização de estações e trens a todos os cidadãos, independentemente de sua condição física ou sensorial. O objetivo deste artigo é apresentar os resultados da avaliação do desempenho em uso da jornada do usuário com deficiência visual em uma rede de metrô, frutos de tese de doutorado. O elevado número de solicitações de auxílio indicou a existência de fatores que impedem uso independente, identificados a partir da aplicação de métodos e técnicas da Avaliação Pós-Ocupação. Os dados obtidos junto a especialistas, pessoas chave e usuários com deficiência visual foram comparados com as observações presenciais em dois pontos críticos: a área paga do mezanino e a área de embarque/desembarque preferencial. As evidências obtidas no diagnóstico sugerem novos requisitos de projeto para melhorar as condições de uso pelas pessoas com deficiência visual, correlacionando a configuração dos ambientes, a gestão das informações e dos serviços ofertados.

Palavras-chave: Avaliação Pós-Ocupação. Acessibilidade nos transportes. Pessoa com deficiência visual.

ABSTRACT

The public transport service of people in metropolitan areas must offer suitable conditions for use of stations and trains for all citizens, regardless of their physical or sensory conditions. The purpose of this article is to present the results from the evaluation of in use performance of journeys by users with visual impairment at stations operated by a metro network, result of a doctoral thesis. The high number of requests for assistance indicated the presence of factors that prevent use with independence, which were identified with the application of methods and techniques of Post Occupancy Evaluation. The data obtained from experts, key people and users with visual impairment were compared with direct observations in two critical points: paid area of mezzanine and preferential boarding/unboarding area. The evidence obtained in the diagnosis suggest new design requirements to improve conditions for people with visual impairment, correlating the configuration of the environments, the management of information and of the offered services

***Keywords**: Post Occupancy Evaluation. Accessibility in transportation. Visual impairment people.*

[1] BARBOSA, Maria Beatriz; ORNSTEIN, Sheila Walbe. A avaliação do desempenho em uso dos sistemas metroferroviários a partir da jornada do usuário. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A mobilidade tem impacto direto na vida das pessoas que moram ou realizam atividades cotidianas nos centros urbanos em função do tempo investido e da qualidade do ambiente onde estes deslocamentos são realizados. Por ser uma condição básica para se atingir outros objetivos, tais como trabalho, moradia, educação, lazer ou saúde, a mobilidade é vista como um direito genérico: um direito que dá acesso a outros direitos (APEL-MULLER; BORTHGARAY, 2012). A impossibilidade de padronizar soluções nos projetos de estações implica a existência de referências e de um sistema de informação, comunicação e orientação que torne legível os ambientes destinados à mobilidade, para orientar deslocamentos coletivos em meio às necessidades individuais, em ambientes de uso habitual ou eventual.

A complexidade do sistema metroferroviário tem início na definição do traçado da rede e dos métodos construtivos a serem utilizados, de forma a minimizar os impactos urbanos, otimizar os investimentos e compatibilizar os projetos das estações e dos trens com o padrão de serviço a ser ofertado em função da demanda prevista. As áreas de distribuição, os controles de entrada e saída e o direcionamento dos percursos horizontais e verticais para embarque e desembarque impactam na funcionalidade das estações e consistem em fatores essenciais para promover o deslocamento constante de grandes fluxos de pessoas.

Os projetos devem considerar ainda os deslocamentos que possam vir a ser realizados por pessoas com deficiência visual. Além da eliminação de obstáculos, deve-se proceder a uma análise espacial para identificar os referenciais válidos que possibilitem a percepção e facilitem a cognição e a compreensão da articulação espacial e do sistema de circulação nas diversas etapas da jornada do usuário. A acessibilidade depende do ambiente – estação, trem – e das condições do serviço ofertado, mas também depende da pessoa e suas habilidades. Consequentemente, depende da inter-relação entre a pessoa e o ambiente, entre as pessoas e entre os ambientes.

Considerando que os usuários com deficiência visual são coparticipantes do processo de prestação do serviço, pode-se afirmar que a independência nos deslocamentos pressupõe um relacionamento do usuário com deficiência com o ambiente e, simultaneamente, com os demais usuários. Por outro lado, o auxílio nos deslocamentos para embarque ou desembarque pressupõe o relacionamento desse usuário com os funcionários da empresa e, simultaneamente, com os demais usuários. A leitura positiva do ambiente é condicionada pelo serviço oferecido e aspecto físico das instalações. A arquitetura das estações e o design dos trens, o sistema de informação, orientação e comunicação e os serviços oferecidos pela empresa operadora devem compor uma mesma estratégia, elaborada a partir dos aspectos considerados relevantes pelo usuário, adaptável às necessidades individuais sem comprometer as necessidades coletivas.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é apresentar os resultados obtidos na avaliação do desempenho em uso na jornada do usuário com deficiência visual em uma rede de metrô onde o elevado número de solicitações de auxílio por pessoas com deficiência visual indicou a existência de fatores que interferem ou impedem o seu uso com independência. As evidências obtidas no diagnóstico possibilitaram sugerir novos requisitos de projeto relacionando as partes integrantes de um mesmo contexto: a configuração dos ambientes, a gestão das informações e a gestão dos serviços ofertados, auxiliando a atuação de planejadores, projetistas e gestores na realimentação do processo de projeto do sistema metroferroviário para melhorar as condições de uso pelas pessoas com deficiência visual nas diversas etapas da viagem.

3 METODOLOGIA

Os fatores que impactam na jornada do usuário foram identificados a partir da aplicação de métodos e técnicas da Avaliação Pós-Ocupação. Justifica-se a abordagem metodológica baseada em multimétodos para possibilitar a compreensão dos fenômenos da relação ambiente-comportamento, como é o caso da mobilidade das pessoas com deficiência visual em ambientes complexos como as estações e os trens do sistema metroferroviário. A aplicação de métodos centrados no ambiente possibilitou obter uma visão integrada dos aspectos positivos e dos pontos críticos existentes nas diversas etapas da jornada do usuário. Foram realizadas observações presenciais no período compreendido entre maio/2011 e março/2012, em diferentes horários ao longo do dia, em quatro estações com diferentes configurações. Os dados comportamentais obtidos a partir da observação dos usuários com deficiência visual e dos demais usuários nas estações permitiram identificar sinergias e conflitos de interesse.

Para Reis e Lay (1994), o método de observação consiste em uma avaliação visual do ambiente construído, sendo o método mais apropriado para detectar o que acontece e como funciona (ou não) um determinado espaço/edificação. Dessa forma, "as observações têm como objetivo gerar dados sobre as atividades realizadas (como e o que as pessoas fazem), regularidades de comportamento (frequência de uso de espaços) e oportunidades e restrições de uso proporcionadas pelo projeto". A observação possibilita registrar situações simultaneamente com sua ocorrência espontânea, sendo, contudo, limitada à duração dos acontecimentos, necessitando que sejam definidos previamente os seguintes aspectos: (a) o que observar; (b) como registrar; (c) quais processos utilizar para garantir a exatidão da observação; (d) qual a relação entre o observador e a situação observada; (e) os participantes; (f) a situação; (g) o objetivo; (h) o comportamento social; (i) a frequência e a duração (SELLITZ et al., 1974; FLICK, 2009; GIL, 2010; GRAY, 2012).

As observações realizadas utilizaram a técnica "centrada no lugar", seja nas áreas de circulação do mezanino/área paga, seja nas áreas destinadas ao embarque/desembarque preferencial. A escolha desses locais foi motivada pelo conhecimento prévio da existência de conflitos na circulação nesses locais, relatados pelos supervisores e estagiários das estações nas entrevistas e pelos usuários com deficiência visual nos questionários aplicados.

Os dados coletados foram registrados em fichas de anotação e desenhos esquemáticos das estações. Depois de construídos, os instrumentos de coleta de dados foram aplicados em caráter de pré-teste em uma estação para validação, possibilitando efetuar ajustes do instrumento, seja dos conteúdos, da forma de abordagem, do horário de observação, da forma de registro ou das condições de aplicação.

3.1 Observação de fluxo

A observação de fluxo no mezanino/área paga foi realizada de forma presencial nos horários de maior movimento, no início da manhã, meio do dia e final da tarde, visando registrar aspectos relacionados aos deslocamentos dos usuários com deficiência visual, em especial o auxílio prestado pelos funcionários e estagiários e o comportamento dos demais usuários, as estratégias de organização de fluxos junto às escadas fixas e rolantes e bloqueios de entrada/saída. O tempo para aplicação do instrumento no mezanino/área paga foi de dez minutos, em função do intervalo entre trens e do tempo necessário para o deslocamento dos usuários entre os elementos de circulação vertical e os bloqueios e vice-versa. Os dados coletados possibilitaram a construção de mapas de fluxo indicando trajetos realizados para embarque, desembarque ou conexão entre diferentes linhas, rotas acessíveis, circulações horizontais e verticais, gargalos, cruzamentos, comportamentos predominantes e conflitos de fluxo com os demais usuários nos mezaninos, incluindo informação sobre a independência ou necessidade de auxílio.

3.2 Observação de comportamento

Segundo Ittelson, Rivlin e Prochansky[2] (1970 apud PINHEIRO; ELALI; FERNANDES, 2008), o mapeamento comportamental é um instrumento empírico que corresponde à representação gráfica das localizações e comportamentos das pessoas no espaço, possibilitando a análise crítica dessas atividades e sua comparação com aquelas que estavam planejadas para o local. Rheingantz et al (2009) esclarecem que esse instrumento é muito útil para identificar usos, arranjos espaciais ou layouts, fluxos e relações espaciais observados ou ainda para indicar graficamente as interações, os movimentos e a distribuição das pessoas, seja relativamente a espaço ou tempo que permanecem no ambiente considerado.

[2] ITTELSON, W. H., RIVLIN, L. G. & PROSHANSKY, H. M. **The use of behavioral maps in environmental psychology: man and his physical setting**. Nova York: Holt, Rinehart & Winston, 1970, p. 658-668.

A observação do comportamento das pessoas nas áreas de embarque/desembarque preferencial foi realizada de forma presencial, nos horários de maior movimento, no início da manhã e no final da tarde, visando registrar aspectos relacionados ao embarque ou desembarque dos usuários com deficiência visual, em especial o auxílio prestado pelos funcionários/ estagiários e o comportamento dos demais usuários. O tempo para aplicação do instrumento nas plataformas variou entre dois e cinco minutos, em função da chegada dos trens, provocando o acúmulo de usuários no sentido de embarque. Os dados coletados resultaram em dados quantitativos sobre a independência ou a necessidade de auxílio e indicaram a existência de conflitos durante o embarque e o desembarque nos trens.

4 ESTUDOS DE CASO

As observações foram realizadas em quatro estações com diferentes configurações. A seguir são apresentadas as descrições das áreas objeto de observação e a análise dos resultados para cada uma das estações.

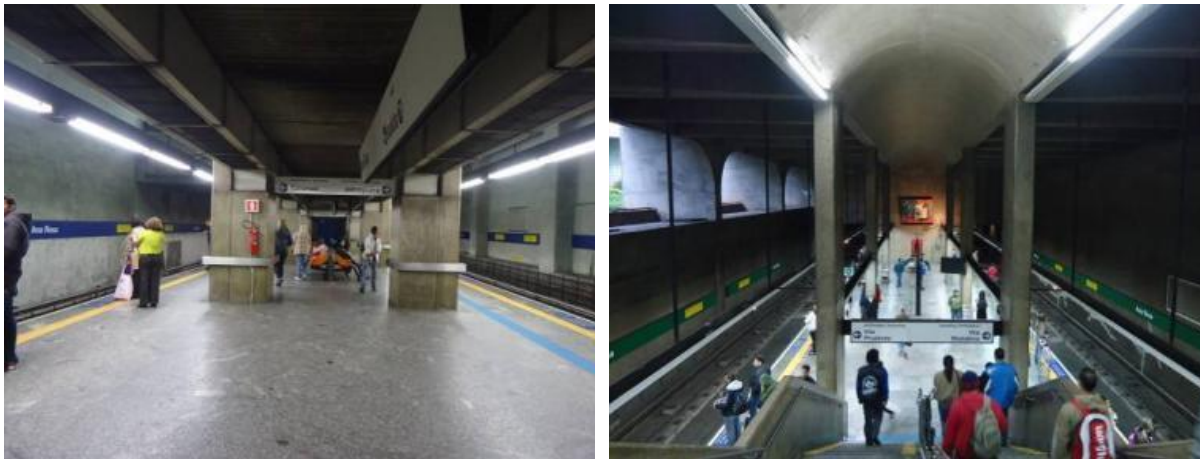
4.1 Estação A

A estação "A", apresentada nas Figuras 1 e 2, é uma estação intermediária com um mezanino para circulação de pessoas para embarque, desembarque e conexão entre duas linhas. Dispõe de duas plataformas centrais e atende a quatro diferentes destinos, com embarque e desembarque simultâneos, totalizando quatro locais de observação. Nos horários de maior movimento o acesso à área de embarque preferencial é controlado por empregados. Entre o mezanino e uma das plataformas centrais, existem duas escadas fixas, três escadas rolantes e um elevador. Entre o mezanino e a outra plataforma central, existem três escadas fixas e um elevador.

Figura 1 – Mezanino/área paga da estação "A".



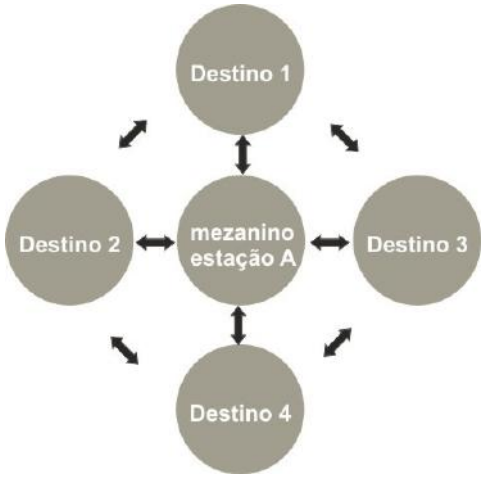
Figura 2 – Plataformas da estação "A".



Fonte: Autoras (2011).

A Figura 3 apresenta a síntese das 16 alternativas de trajeto entre os equipamentos de controle de acesso e as áreas de embarque e desembarque ou para conexão entre linhas, identificando as opções de circulação vertical disponíveis. Foi possível registrar trajetos de pessoas com deficiência visual em 35 observações, sendo 8 ações independentes e 27 ações com auxílio de empregados.

Figura 3 – Configuração do fluxo da estação "A"



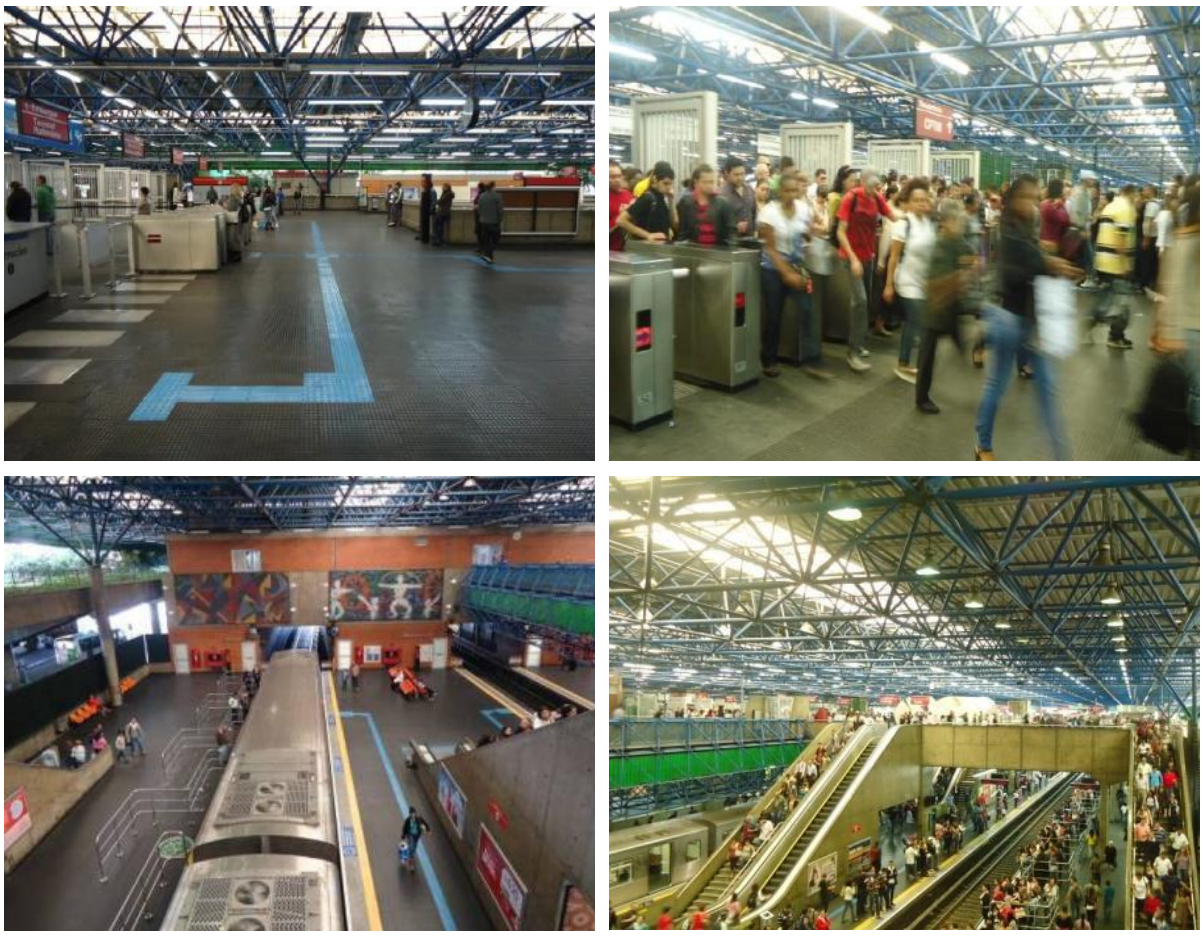
Fonte: Autoras (2016).

Das 413 observações de comportamento realizadas nas plataformas, foi possível registrar o embarque/desembarque de pessoas com deficiência visual em 59 observações – 9 ações independentes e 50 ações com auxílio de empregados – sendo que 19 destas ações foram consideradas críticas em função de conflitos decorrentes da presença de outros usuários no local de embarque preferencial – na plataforma ou no interior do trem.

4.2 Estação B

A estação "B", apresentada na Figura 4, é uma estação terminal com um mezanino para circulação de pessoas para embarque, desembarque e conexão com o trem metropolitano. Dispõe de uma plataforma mista - plataforma exclusiva para embarque ou desembarque - que atende a um único destino, totalizando quatro locais de observação. A plataforma de embarque dispõe de elementos organizadores alinhados com as portas dos trens. Nos horários de maior movimento o acesso à área de embarque preferencial é controlado por empregados. Por ser estação terminal, as estratégias de embarque preferencial ou de manobra dos trens impactam os deslocamentos nas plataformas, o embarque e o desembarque. Entre o mezanino e as plataformas mistas, existem sete escadas fixas, oito escadas rolantes e somente um elevador na plataforma central.

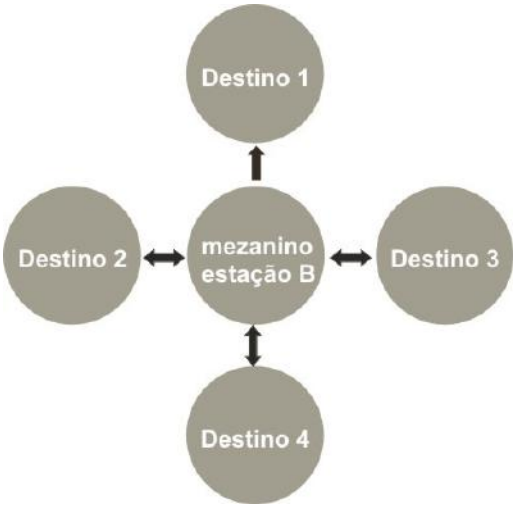
Figura 4 – Mezanino/área paga e plataforma da estação "B".



Fonte: Autoras (2011).

A Figura 5 apresenta a síntese das 7 alternativas de trajeto entre os equipamentos de controle de acesso e as áreas de embarque e desembarque ou para conexão com o trem metropolitano, identificando as opções de circulação vertical disponíveis. Foi possível registrar trajetos de pessoas com deficiência visual em 24 observações, sendo 6 ações independentes e 18 ações com auxílio de empregados.

Figura 5 – Configuração da plataforma da estação "B".



Fonte: Autoras (2016).

Das 313 observações de comportamento realizadas nas plataformas, foi possível registrar o embarque/desembarque de pessoas com deficiência visual em 87 observações – 23 ações independentes e 64 ações com auxílio de empregados – sendo que 43 destas ações foram consideradas críticas em função de conflitos decorrentes da presença de outros usuários no local de embarque preferencial – na plataforma ou no interior do trem – e das estratégias de manobra de trens.

4.3 Estação C

A estação "C", apresentada nas Figuras 6 e 7, é uma estação intermediária, sem conexão com outra linha. Dispõe de duas plataformas laterais que atendem a dois diferentes destinos, com embarque e desembarque simultâneos, totalizando dois locais de observação. As plataformas dispõem de portas automáticas que se abrem juntamente com as portas dos trens. Entre o mezanino e cada uma das plataformas laterais, existem duas escadas fixas, três escadas rolantes e um elevador.

Figura 6 – Mezanino/área paga da estação "C".

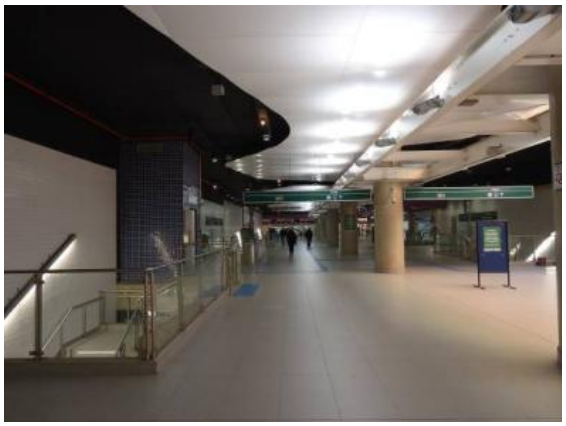
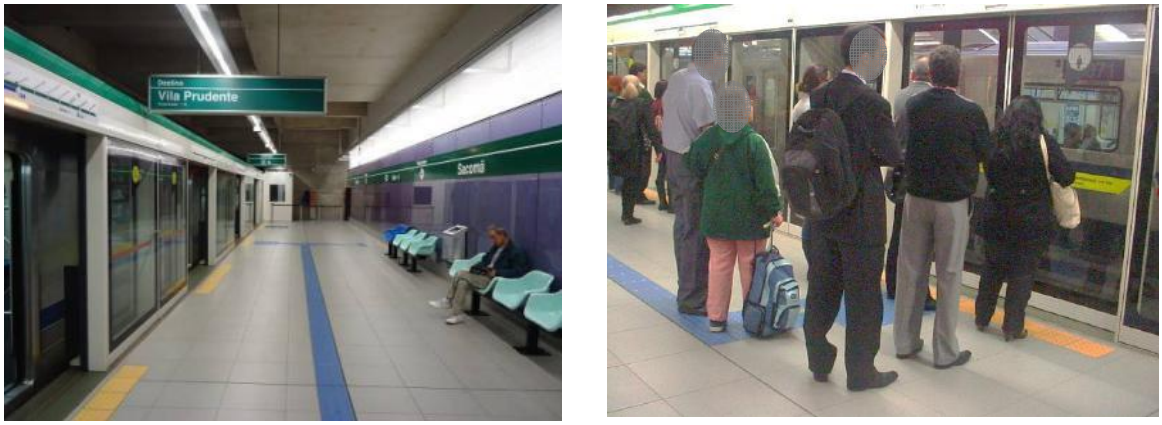




Figura 7 – Plataformas da estação "C".



Fonte: Autoras (2011).

A Figura 8 apresenta a síntese das 4 alternativas de trajeto entre os equipamentos de controle de acesso e as áreas de embarque e desembarque, identificando as opções de circulação vertical disponíveis. Foi possível registrar trajetos de pessoas com deficiência visual em 10 observações, todos eles com auxílio de empregados.

Figura 8 – Configuração da plataforma da estação "C".



Fonte: Autoras (2016).

Das 128 observações de comportamento realizadas nas plataformas, foi possível registrar o embarque/desembarque de pessoas com deficiência visual em 19 observações – 4 ações independentes e 15 ações com auxílio de empregados – sendo que 4 destas ações foram consideradas críticas em função de conflitos decorrentes da presença de outros usuários no local de embarque preferencial – na plataforma ou no interior do trem.

4.4 Estação D

A estação "D", apresentada na Figura 9, é uma estação intermediária, com um mezanino para circulação de pessoas para embarque, desembarque e conexão com o trem metropolitano. Dispõe de duas plataformas laterais que atendem a dois diferentes destinos com embarque e desembarque simultâneos (dois locais de observação). As plataformas dispõem de portas automáticas que se abrem juntamente com as portas dos trens. Entre o mezanino e cada uma das plataformas laterais existem duas escadas fixas, duas escadas rolantes e um elevador.

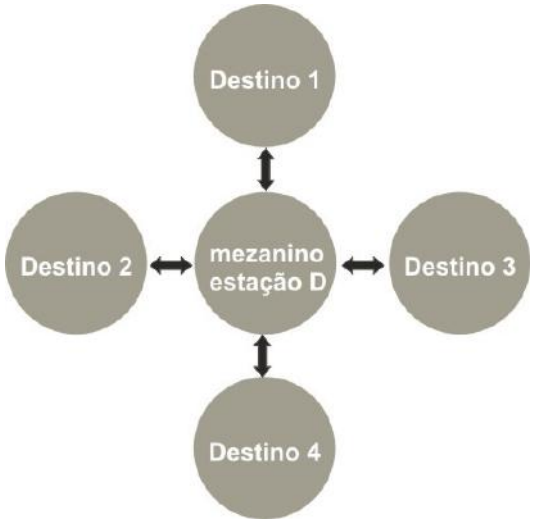
Figura 9 – Mezanino/área paga e plataforma da estação "D".



Fonte: Autoras (2011).

A Figura 10 apresenta a síntese das 8 alternativas de trajeto entre os equipamentos de controle de acesso e as áreas de embarque e desembarque ou para conexão com o trem metropolitano, identificando as opções de circulação vertical disponíveis. Foi possível registrar trajetos de pessoas com deficiência visual em 7 observações, sendo 2 ações independentes e 5 ações com auxílio de empregados.

Figura 10 – Configuração da plataforma da estação "D".



Fonte: Autoras (2016).

Das 35 observações de comportamento realizadas nas plataformas, foi possível registrar o embarque/desembarque de pessoas com deficiência visual em 10 observações – 4 ações independentes e 6 ações com auxílio de empregados – sendo que 3 destas ações foram consideradas críticas em função de conflitos decorrentes da presença de outros usuários no local de embarque preferencial – na plataforma ou no interior do trem.

5 ANÁLISE DE RESULTADOS

5.1 Observações de fluxo

As observações de fluxo mostraram que diferentes fatores interferem e impactam a circulação de pessoas no mezanino/área paga, sendo os mais significativos: (a) a configuração e a localização dos elementos de circulação vertical; (b) a colocação de elementos orientadores de fluxo sobre a sinalização tátil; (c) a existência de fluxos bidirecionais de embarque e desembarque simultâneos, além dos fluxos de conexão; (d) o comportamento dos demais usuários; (e) a lotação; (f) as condições para realização de deslocamentos seguros. Em relação aos percursos, observou-se que a sinalização tátil no piso não diferencia fluxos e contra fluxos nas áreas de circulação, dificultando a realização de deslocamentos com independência. No percurso de embarque, a sinalização tátil no piso orienta os deslocamentos entre os bloqueios e os elevadores ou plataformas de elevação, fazendo com que os usuários com deficiência visual utilizem estratégias alternativas para identificar a localização das escadas fixas ou rolantes para a plataforma. No sentido contrário, de desembarque, os usuários que usam as escadas chegam ao mezanino e usam estratégias para se orientar até os bloqueios. A Tabela 1 apresenta a síntese das observações realizadas durante a circulação de pessoas com deficiência visual no mezanino área paga das quatro estações.

Tabela 1 – Circulação no mezanino área paga.

estação	total de deslocamentos	deslocamentos com auxílio	deslocamentos com independência
A	35	27	8
B	24	18	6
C	10	10	0
D	7	5	2

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir das observações de fluxo no mezanino área paga.

A impossibilidade de padronização da configuração das estações e da localização dos elementos de circulação vertical é agravada pela diversidade de trajetos nos mezaninos, que devem ser memorizados pelos usuários com deficiência visual para que possam atingir os destinos, fazendo com que os deslocamentos independentes sejam ainda mais desafiadores. Fatores como a complexidade da configuração e a lotação das estações são igualmente determinantes para a legibilidade e a compreensão do espaço e dos percursos de embarque e desembarque, impactando a independência dos deslocamentos. A partir dos dados coletados, foi sugerida a adoção dos seguintes requisitos de projeto:

- instalar a sinalização tátil no mesmo percurso realizado pelos demais usuários, evitando cruzamento de fluxo e substituindo percursos ortogonais por diagonais;
- posicionar os equipamentos de circulação vertical próximo ao local de embarque preferencial, minimizando deslocamentos nas plataformas;
- prover sinalização integrada - tátil e sonora - para facilitar a compreensão dos percursos de embarque e desembarque;
- remanejar equipamentos e mobiliário posicionados próximos ao piso tátil.

5.2 Observações de comportamento

As observações de comportamento mostraram que diferentes fatores interferem e impactam o embarque e desembarque, sendo os mais significativos: (a) a lotação nas plataformas e nos trens; (b) a existência de fluxos bidirecionais de embarque e desembarque simultâneos (plataformas centrais ou laterais) ou fluxos unidirecionais de embarque ou desembarque alternados (plataformas mistas); (c) a presença e o comportamento dos demais usuários, preferenciais ou não; (d) a postura dos estagiários e funcionários diante das ocorrências.

O ambiente existente – a configuração e a sinalização das plataformas – e o serviço prestado – as estratégias de embarque preferencial ou de manobra dos trens (no caso das estações terminais) – impactam os deslocamentos nas plataformas, o embarque e o desembarque. A Tabela 2 apresenta a síntese das observações realizadas durante os processos de embarque e desembarque de pessoas com deficiência visual nas plataformas das quatro estações.

Tabela 2 – Embarque/desembarque preferencial nas estações.

estação	embarques com auxílio		embarques com independência		desembarques com auxílio		desembarques com independência	
	total	crítico	total	crítico	total	crítico	total	crítico
A	28	6	4	1	22	11	5	1
B	29	12	11	3	35	20	12	8
C	8	1	2	1	7	2	2	0
D	2	0	2	1	4	2	2	0

Fonte: Elaborado pelas autoras a partir das observações de comportamento no local de embarque preferencial.

A partir dos dados coletados, foi sugerida a adoção dos seguintes requisitos de projeto:

- eliminar e minimizar o vão e o desnível entre o trem e as plataformas;
- instalar elementos orientadores de embarque, barreiras ou portas nas bordas das plataformas;
- instalar proteção entre os carros e prover contraste de cor entre a porta e a superfície do trem;
- aumentar o contraste e a dimensão das informações visuais nas plataformas.

6 CONCLUSÃO

O auxílio ou a independência são opções do usuário com deficiência visual e, dessa forma, a estratégia oferecida pela empresa operadora deve adequar-se a essa condição, reconhecer a diversidade de soluções de projeto dos ambientes e dos serviços e prover as condições para a segurança de todos os usuários e também dos funcionários que atuam no sistema metroferroviário.

Os requisitos de projeto que interferem nos deslocamentos – sejam estes independentes ou efetuados com auxílio - foram mencionados no texto e estão relacionados ao ambiente e à sinalização. Contudo, o comportamento dos demais usuários é decisivo para garantir a segurança no deslocamento das pessoas com deficiência visual. Dentre os comportamentos inadequados observados, destaca-se a permanência indevida de pessoas ou de seus pertences sobre o piso tátil e no local de embarque e desembarque preferenciais, seja nas plataformas ou junto às portas dos trens. Tais comportamentos desrespeitosos levam à intolerância entre as pessoas, à preferência pelas conexões virtuais em relação às interações pessoais, à ausência de vínculos – seja com as pessoas ou com os ambientes e ao individualismo nos espaços públicos e equipamentos coletivos, consequência do estilo de vida conturbado e estressante. A mudança de comportamento impõe a veiculação de campanhas de orientação ao público de forma contínua, bem como atuação efetiva dos empregados e estagiários para coibir ações que coloquem em risco os deslocamentos das pessoas com deficiência visual.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem à Companhia do Metropolitano de São Paulo que autorizou a coleta de dados em suas instalações.

REFERÊNCIAS

APEL-MULLER, M.; BORTHGARAY, A. A cidade legível. **D2B - Design to Branding Magazine** / GAD'- vol. 1, n.1. São Paulo: D2B Publicações e Promoções, 1994. p 74-81.

BARBOSA, M. B. **Wayfinding na jornada da pessoa com deficiência visual em sistemas metroferroviário.** 2015. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015. Disponível em: http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16132/tde-08032016-163338/. Acesso em: 01 jun. 2016.

FLICK, U. **Introdução à pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Artmed, 2009, 405 p.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2010. 200 p.

GRAY, D. **Pesquisa no mundo real**. Trad. Roberto Cataldo Costa. 2. ed. Porto Alegre: Penso, 2012. 488 p.

PINHEIRO, J. Q.; ELALI, G. A.; FERNANDES, O. S. Observando a Interação Pessoa-Ambiente: vestígios ambientais e mapeamento comportamental. In: GÜNTHER, H.; PINHEIRO, J. Q. (Org.). **Métodos de Pesquisa nos Estudos Pessoa-Ambiente**, São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008. p. 75-104.

REIS, A. T. L.; LAY, M. C. D. Métodos e técnicas para levantamento de campo e análise de dados: questões gerais. In: **Anais do Workshop Avaliação Pós-Ocupação.** Anais. São Paulo, 1994. p. 17- 39.

RHEINGANTZ, P. A. et al. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para avaliação pós-ocupação**, FAU/UFRJ, Rio de Janeiro, 2009. Disponível em: <http://www.fau.ufrj.br/prolugar/arq_pdf/livros/obs_a_qua_lugar.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2009.

SELLTIZ, C.; JAHODA, M.; DEUTSH, M.; COOK, S. W. **Métodos de pesquisa nas relações sociais**. Trad. Dante Moreira Leite. Coleção Ciências do Comportamento. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1974. 687 p.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

OS ENFOQUES RACIONAL E REFLEXIVO E SUA RELAÇÃO COM A GESTÃO DE PROJETO EM ARQUITETURA[1]

BARROS, Gil (1); SAKURAI, Tatiana (2)

(1) FAUUSP, e-mail: gil.barros@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: tsakurai@usp.br

RESUMO

O artigo analisa o processo de projeto a partir de dois enfoques, o racional e o reflexivo. Enquanto o primeiro é mais determinista e adequado para situações conhecidas, o segundo é mais aberto e utilizado em situações que apresentam grandes indefinições. Este trabalho evidencia que ambos são necessários em projetos de arquitetura, mas na prática é comum que a gestão dê uma ênfase exagerada ao enfoque racional. A partir de uma revisão de bibliografia desenvolve-se uma reflexão teórica sobre esta falta de simetria entre os enfoques e sua relação com a gestão de projetos em arquitetura. Por fim o artigo procura evidenciar que um maior equilíbrio entre os enfoques parece ser mais interessante, e que para isto é necessário uma melhor compreensão de ambos os enfoques e de como eles atuam ao longo do processo de projeto.

Palavras-chave: Gestão de processo projetual. Arquitetura. Pensamento projetual. Enfoque racional. Prática reflexiva.

ABSTRACT

The article analyzes the design process from two approaches, rational and reflective. While the former is more deterministic and suitable for known situations, the second is more open and used in situations where there are many imprecisions. The article suggests that both approaches are needed in architectural projects, but the management of these projects gives an exaggerated emphasis on the rational approach. From a review of the literature we develop a theoretical discussion about this lack of symmetry between the approaches and their relation to project management in architecture. Finally the article tries to show that a better balance between the approaches seem to be more interesting, and that this requires a better understanding of both approaches and how they act throughout the design process.

***Keywords**: Design process management. Architecture. Design thinking. Rational approach. Reflexive practice.*

1 INTRODUÇÃO

O foco deste artigo é a gestão arquitetônica (*architectural management*), que pode ser definido como: a gestão estratégica da empresa de arquitetura, que garante a integração efetiva entre a gestão dos aspectos de negócio do escritório com seus projetos individuais a fim de projetar e

[1] BARROS, G.; SAKURAI, T.. Os enfoques racional e reflexivo e sua relação com a gestão de projeto em arquitetura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

entregar o melhor valor aos seus intervenientes (ALHARBI; EMMITT; DEMIAN, 2015).

Em particular neste artigo estamos dando atenção especial ao processo de gestão de projetos de arquitetura, ou seja, a gestão do processo de desenvolvimento de projetos arquitetônicos, que pode envolver a etapa de construção ou não. Estudos indicam que a gestão deste aspecto específico de um empreendimento imobiliário é particularmente difícil de ser gerenciado e que apresenta muitas oportunidades para melhoria (EMMITT, 2010; REIFI; EMMITT, 2011).

Para atingir este objetivo o artigo propõe uma análise deste processo a partir de dois enfoques complementares, o racional e o reflexivo. A análise parte de uma revisão da bibliografia sobre metodologias de projeto, em particular associadas ao pensamento projetual (*design thinking*), à prática profissional em arquitetura e à gestão de processos projetuais e elabora uma reflexão teórica a partir deste material.

Inicialmente apresentamos os dois enfoques, a seguir apontamos uma tendência dos modelos atuais de gestão de enfatizarem exclusivamente o enfoque racional. Então damos exemplos de como o enfoque reflexivo se apresenta na prática e suas relações com a gestão de projetos. Diante desse quadro, argumentamos que um maior equilíbrio entre os enfoques parece ser mais interessante.

2 PROJETO E OS ENFOQUES RACIONAL E REFLEXIVO

Em um trabalho que busca compreender como ocorre o processo de projeto, o pesquisador Kees Dorst (1997) chega a dois enfoques complementares que descrevem o projeto como:

- um processo racional de resolução de problemas ou;
- um processo de reflexão-em-ação.

Neste artigo estes enfoques são denominados de enfoque racional e reflexivo, respectivamente, e podem ser caracterizados da seguinte forma:

O enfoque racional tem origem nas teorias positivistas dos anos 1960, que buscam encaixar o projeto dentro do quadro lógico-positivista das ciências, predominante na época. Nele prevalece uma visão de projeto como um processo racionalizável e busca-se uma observação "objetiva" sobre o objeto de estudo e resultados que sejam generalizáveis.

Este enfoque tem relação direta com os modelos lineares, que separam o processo em etapas distintas, normalmente em análise, síntese e avaliação (BUCHANAN, 1992). A etapa de análise busca uma definição do problema, que é particionado em subproblemas e então são levantados os requisitos particulares para cada um deles. Já na síntese elabora-se a solução para o problema, através da combinação e comparação dos requisitos em busca do melhor equilíbrio possível, que seria a solução otimizada.

Ao analisar o enfoque racional, Dorst e Dijkhuis (1995) apontam que ele é adequado em situações onde os problemas estão razoavelmente bem definidos e é possível estabelecer uma estratégia clara de ação para resolvê-los. Tanto a situação quanto os procedimentos podem ser bastante complexos, mas eles são recorrências de situações muito similares e já existem procedimentos adequados para lidar com eles.

Já o enfoque reflexivo tem suas origens na abordagem construtivista e surge como uma proposta alternativa ao enfoque racional, buscando uma "epistemologia da prática implícita nos processos artísticos, intuitivos que alguns profissionais trazem para situações de incerteza, instabilidade, singularidade e conflito de valores". (SCHÖN, 1983, p. 50)

Em seu livro, *The Reflective Practitioner*, o filósofo Donald Schön (1983) propõe este enfoque, onde o profissional está tendo uma "conversa reflexiva com a situação" e onde os problemas são ativamente estabelecidos ou "enquadrados" ("*framed*") pelos projetistas, que fazem "jogadas" ("*moves*") e avaliam o processo, para desenvolver uma solução.

Neste enfoque análise e síntese são inseparáveis, e a atividade de definir o problema é tão propositiva quanto a de se encontrar uma solução, portanto a separação entre análise e síntese não é adequada. O projetista alterna entre enquadrar, mover e avaliar, sem ordem predefinida.

No caso do enfoque reflexivo, Dorst e Dijkhuis (1995) propõem que é mais adequado para situações de muitas indefinições e quando não existem estratégias estabelecidas. O projetista é obrigado a elaborar de forma simultânea tanto o que está sendo projetado quanto a estratégia que utiliza para desenvolvê-lo (DORST, 2010).

Como podemos ver, os dois enfoques são opostos e complementares, além de serem intimamente interligados e se alternarem ao longo da atividade de projeto (DORST, 1997). O projetista deve dominar ambos e também ser capaz de saber quando alternar entre eles.

Este quadro sugere um aparente equilíbrio entre os dois enfoques, no entanto isto não ocorre na prática, e para isto podemos usar o modelo de produtos, que veremos a seguir.

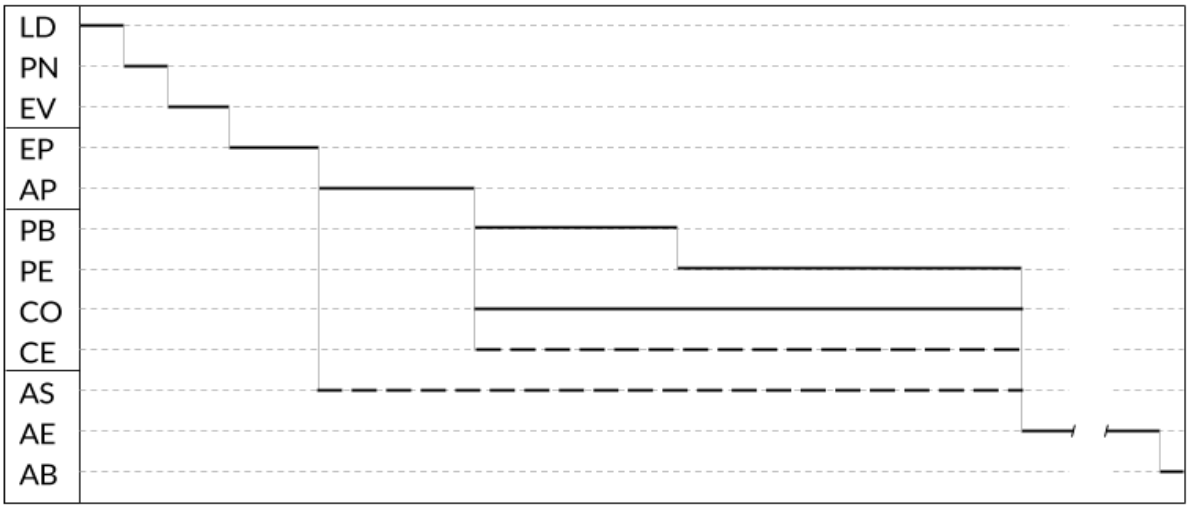
3 OS MODELOS LINEARES E O ENFOQUE RACIONAL

Tomando como base a norma NBR 13531/1995 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 1995), o Conselho de Arquitetura e Urbanismo – CAU/BR propõe as seguintes etapas para o processo de projeto: Levantamento de dados (LD), Programa de necessidades (PN), Estudo de viabilidade (EV), Estudo preliminar (EP), Anteprojeto (AP), Projeto básico (PB), Projeto para execução (PE) (CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL, 2014).

O modelo também adiciona os serviços de Coordenação e compatibilização de projeto (CO), Coordenação de equipe multidisciplinar (CE), Assessoria para aprovação de projeto (AS), Assistência à execução da obra (AE) e "*As built*" (AB).

Dispondo estas etapas no tempo, seguindo a estrutura de um diagrama de Gantt para um projeto hipotético, ficaríamos com um gráfico semelhante ao visto na Figura 1.

Figura 1 – Etapas do processo de projeto no tempo, as etapas opcionais são tracejadas e a etapa de execução aparece interrompida para não associar sua duração à do projeto



Fonte: Os autores

Estas etapas de projeto são frequentemente utilizadas na área de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC) e tem equivalentes em diversos países, como o Reino Unido, França e Canadá, entre outros. Ao analisar equivalente britânico, o *Plan of Work* do RIBA (*Royal Institute of British Architects*), Lawson (2005, p. 36) evidencia que o objetivo do modelo não é mostrar as atividades de um projeto, mas sim os produtos e serviços que devem ser entregues em cada etapa. Por este motivo escolhemos a denominação de **modelo de produtos**.

De fato, os documentos do CAU/BR e RIBA trazem uma visão geral do que precisa ser feito e para cada etapa ou serviço procuram enumerar os resultados parciais esperados, dividindo o projeto em partes menores e mais facilmente gerenciáveis.

O objetivo portanto é facilitar a gestão do projeto e a comunicação entre intervenientes, e não representar como um projeto se desenvolve. A partir dele ficam mais claras as interdependências entre etapas os produtos esperados, assim como a coordenação entre profissionais e destes com clientes e outros atores envolvidos.

Considerando a complexidade e o número de atores envolvidos em obras de arquitetura e urbanismo é evidente a necessidade de modelos como este e não é surpresa que eles existam em diversos países. Mais do que desejáveis eles são necessários.

Mas é fundamental ressaltar que o objetivo deste tipo de representação do processo de projeto é facilitar a gestão e não descrever como o processo ocorre de fato. Ao apresentar a evolução do projeto no tempo em um

diagrama linear, pode transmitir uma ideia muito errada de que o processo de projeto em si é linear e, pior ainda, constante.

O perigo então é que ao utilizar este modelo como uma ferramenta de gestão o enfoque racional é posto em evidência e o enfoque reflexivo, que envolve processos cíclicos e menos ordenados, pode acabar sendo visto apenas como uma distorção do processo, ou mesmo como incompetência.

Aqui temos um exemplo da falta de equilíbrio que pode ocorrer entre os enfoques. Ao lidar com projeto é fundamental a clareza de que um modelo de produtos é uma visão idealizada do processo, mas que a cada momento os dois enfoques serão utilizados alternadamente. Isto não é um erro, é o esperado e acima de tudo correto.

Mais forte do que pode parecer, esta distorção causada pelo uso de modelos lineares é muito atrativa pois sugere uma precisão metodológica universal. Muitos gestores, cientistas e até mesmo projetistas acham esta visão sedutora, pois pode parecer a única alternativa de uma compreensão "lógica" do processo de projeto (BUCHANAN, 1992).

Reifi e Emmitt (2011) também detectam esta distorção ao perceberem que existe uma tendência de planejar as atividades de projeto como se fossem atividades de construção, estas sim normalmente mais próximas de processo lineares, através do método do caminho crítico.

4 AS PRÁTICAS REFLEXIVAS E SUA APLICAÇÃO

A questão que se coloca é que normalmente os problemas de projeto não podem ser tratados exclusivamente pelo enfoque racional. Conforme apresentado em trabalhos anteriores (BARROS, 2016) "problemas comuns de projeto não tem início nem fim bem definidos, que exigem um processo único e sempre desconhecido, e que este processo precisa ser criado ao mesmo tempo que se desenvolve o objeto que está sendo projetado".

Este processo pode parecer indefinível e até mesmo interminável, pois existe esta retroalimentação entre processo e objetivo final. No entanto isto não é muito diferente do que projetistas fazem há muitos anos e um dos grandes méritos dos estudos em pesquisa projetual a partir de meados dos anos 80 foi evidenciar esta forma de trabalho e, respeitando sua diversidade, procurar padrões e procedimentos comuns. Em contraste com o esforço que teve início nos anos 60 de se "cientificizar" o projeto, este novo enfoque procurou entender o que seriam os modos particulares de trabalho utilizados em projeto (CROSS, 2007).

Desta iniciativa temos muitos estudos que procuraram entender como de fato projetistas trabalham (CROSS, 2001, 2004; DORST; CROSS, 2001; DORST, 1997; GOLDSCHMIDT, 2004; LAWSON, 2004), em contraste com a postura típica dos anos 60, baseada em abstrações de como eles deveriam trabalhar. O objetivo agora seria entender os "modos projetuais" (*designerly ways*) ou o "pensamento projetual" (*design thinking*), que se tornaram

expressões bastante comuns na área de estudos de pesquisa em metodologias de projeto.

A partir destas pesquisas temos diversos procedimentos e enfoques que são encontrados recorrentemente em projeto. Mesmo sem compor um quadro completo eles podem ser vistos como "boas práticas" e apresentam o tipo de procedimento que parece ser necessários para um profissional desempenhar suas atividades.

Um primeiro conceito apresentado é o da "conversa reflexiva", que é um modo de trabalho que não dissocia o processo em análise e síntese (SCHÖN, 1983). Ao invés disto o processo se dá num processo interativo, como em uma "conversa com a situação" (SCHÖN, 1983, p. 79). Nesta "conversa" ocorrem diversas atividades, mas sem uma predefinição da sequência entre elas, apenas com uma alternância entre atividades de enquadramento, onde o projetista procura enxergar o problema por um ângulo favorável, e de jogadas, onde uma proposta de alteração ao problema é feita, quase como uma aposta ou lance, tomando como base o enquadramento anterior e de análise, para observar a jogada feita à partir do enquadramento atual.

Outro conceito colocado é o da "análise através da síntese", encontrado em um estudo feito por Lawson (2005, p. 44). Ao comparar arquitetos (estudantes) com cientistas percebeu-se que estes dois públicos tratavam os problemas de maneiras distintas. Os cientistas primeiro tentavam entender todas as variáveis do problema, para depois desenvolver uma solução. Já os arquitetos faziam propostas não em busca de uma solução, mas utilizavam estas propostas como degraus para avançar aos poucos na direção de uma solução.

Dentro deste ciclo interativo de análise através da síntese, o processo de compreensão do problema e desenvolvimento de soluções é altamente interligado. Um determinado enquadramento ou jogada provoca uma resposta do problema que leva simultaneamente a uma nova proposta e uma melhor compreensão do problema. O conceito por trás deste processo tem sido chamado de "coevolução do par problema-solução".

Um exemplo deste tipo de situação ocorre quando apenas depois da criação de uma possível solução é que o problema passa a ser de fato compreendido (LAWSON, 2005, p. 48). Além da complexidade frequentemente presentes nos projetos, um fator que reforça esta situação é a dificuldade que os próprios clientes e/ou usuários tem em descrever o problema com precisão nas etapas iniciais (LAWSON, 2005, p. 35). Tipicamente eles tem muita dificuldade em apontar requisitos importantes no início do processo e apenas após o projetista apresentar alguma solução é que os requisitos e critérios vão ficando mais claros (CROSS, 1990).

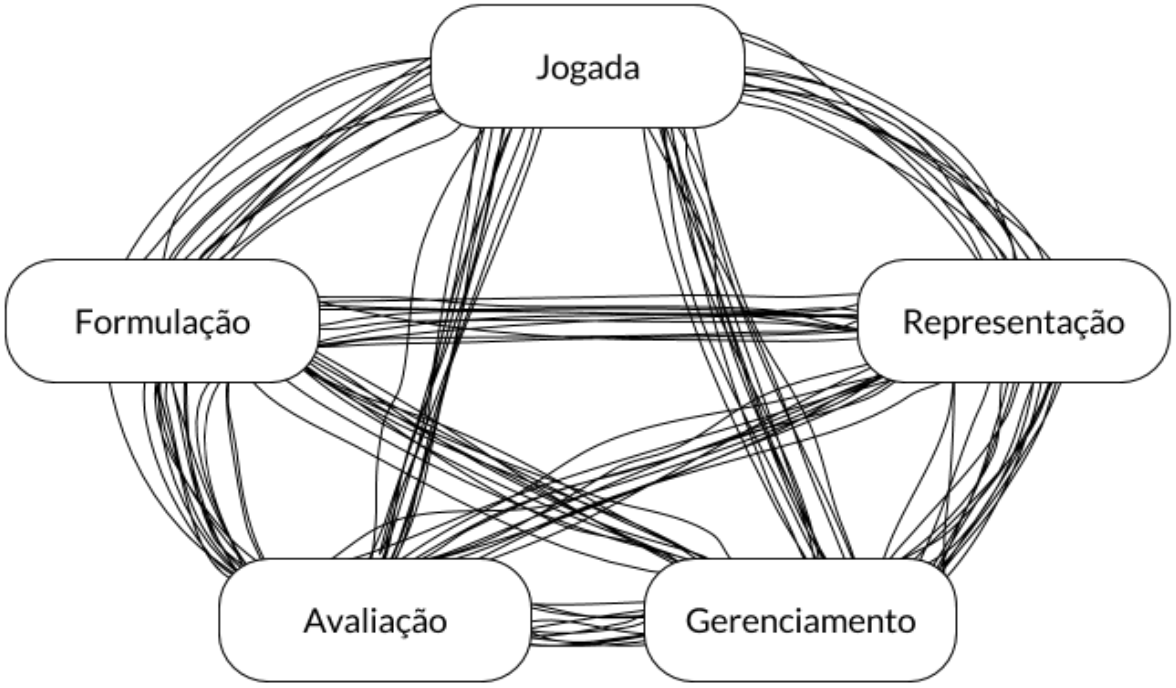
Outro conceito apresentado é o uso de linhas de raciocínio paralelas, onde o projetista utiliza enquadramentos e jogadas que não são compatíveis entre si. De fato, para ter uma visão mais completa é interessante observar a questão de pontos de vista complementares, e muitas vezes conflitantes e

portanto é comum que projetistas desenvolvam mais de uma solução, excludentes entre si, para um mesmo problema. A questão central aqui é a "habilidade e vontade de permitir que duas ou mais destas investigações paralelas aconteçam sem necessariamente tentar resolvê-las prematuramente" (LAWSON, 2005, p. 212).

5 RELAÇÃO ENTRE GESTÃO E O ENFOQUE REFLEXIVO

Ao tentar consolidar um modelo de atividades para o projeto enquanto enfoque reflexivo, Lawson e Dorst (2009, p. 50) apresentam a hipótese de que existem cinco atividades básicas: formulação, jogada, representação, avaliação e gerenciamento. Seguindo o enfoque da conversa reflexiva estas atividades não são encadeadas em nenhuma forma particular e o projetista alterna entre elas conforme julga necessário, em um padrão que parece caótico e até randômico, conforme visto na Figura 2, mas que é uma das habilidades desenvolvida pelo projetista.

Figura 2 – Alternância entre as atividades segundo Lawson e Dorst (2009)



Fonte: Os autores, baseado em Lawson e Dorst (2009)

Das cinco atividades é interessante notar a presença do gerenciamento, pois ela evidencia a distinção entre o que Schön (1983) chamou de reflexão-sobre-a-ação (*reflection-on-action*) e reflexão-em-ação (*reflection-in-action*). No primeiro caso a ação já foi feita, e é observada de "fora", já no segundo caso o projetista avalia o que está fazendo enquanto o faz, e modifica o curso de suas ações em um processo de retroalimentação constante.

Isto ocorre pois como o processo reflexivo não é dado a priori, o projetista precisa controlá-lo continuamente, e portanto o gerenciamento do processo

é parte integral da atividade. Isto pode ter uma duração de segundos, quando está desenhando, ou pode levar muitos dias. Mas esta gestão está inserida dentro do próprio processo caótico de projeto (em-ação) e é diferente de quando é feita a gestão do projeto como um todo (sobre-a-ação), e o projetista se distancia das outras atividades (LAWSON; DORST, 2009, p. 58).

É interessante notar que Dorst (2010) propõe que o gerenciamento acontece em três níveis, sendo um dentro do ciclo iterativo de atividades, outro no nível do projeto como um todo, onde podemos por exemplo utilizar o modelo de produtos, e o terceiro no nível da empresa como um todo. É possível se supor que este terceiro nível possa se expandir para além da empresa, refletindo na prática profissional como um todo.

O que vemos, portanto, é que o enfoque reflexivo parece diferencia o projeto de outras atividades que trabalham exclusivamente dentro do enfoque racional. E este conjunto de práticas mostra que existe uma relação muito próxima entre o enfoque reflexivo e sua forma de trabalho particular. Procuramos desta forma evidenciar que, excluindo o enfoque reflexivo do processo de projeto, podemos estar excluindo a própria natureza da atividade de projeto de arquitetura.

6 CONSONÂNCIAS E ALTERNÂNCIA ENTRE ENFOQUES

O que propomos neste artigo é que o enfoque reflexivo pode ser melhor integrado à gestão arquitetônica, e esta maior integração parece ter consonância em alguns trabalhos científicos recentes da área.

Por exemplo, Reifi e Emmitt (2011) falam da ilusão de uma definição exaustiva do problema no início do projeto ("*the fallacy of a 100% brief*"). Ao contrário, parece mais interessante entender o documento de diretrizes (*briefing*) como um processo que ocorre em diversas fases, assim como o processo de projeto, e não uma etapa ou documento fechado, definido no início do projeto. Este argumento está bastante alinhado com o conceito apresentado da coevolução do par problema-solução, e significa um desafio para os paradigmas de gestão mais lineares, onde a definição do problema necessariamente vem antes do seu tratamento e muitas vezes está restrita às fases iniciais do processo.

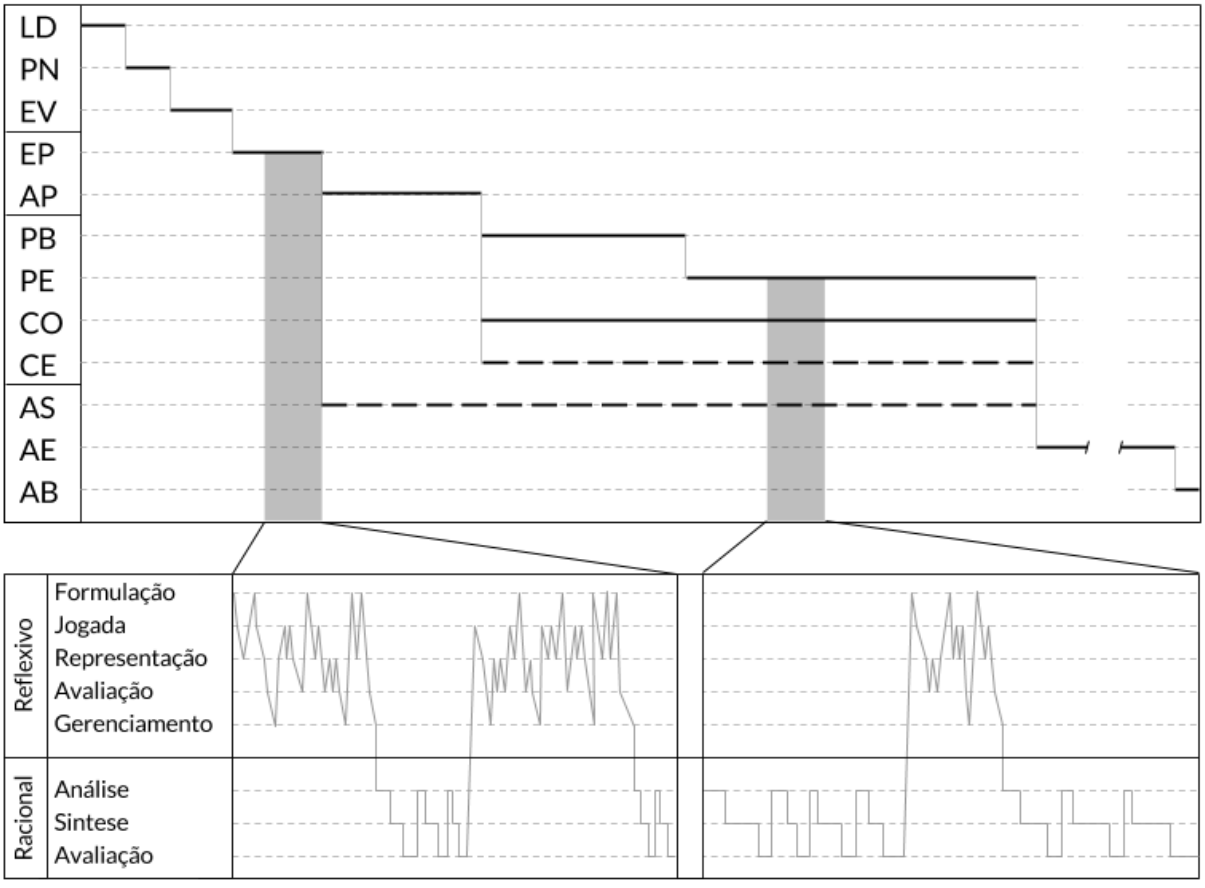
Este mesmo conceito, de um programa de necessidades como um processo interativo também aparece em Manzione e Melhado (2014), que apontam a diferença entre o que ocorre na teoria, onde o programa de necessidades está na fase de planejamento, e a prática, onde as mudanças ocorrem de forma contínua ao longo do projeto. Desta forma parece que a revisão deste conceito do programa de necessidades parece ser uma oportunidade para a construção de um modelo mais elaborado do processo.

Em particular as metodologias de gestão enxutas parecem ter bastante relação com a prática reflexiva. Por exemplo, o artigo de Franco et al. (2014) apresenta a exploração de múltiplas alternativas como um dos princípios

colocados pela mentalidade enxuta. Naturalmente este princípio é visto na prática reflexiva, quando são desenvolvidas as linhas de raciocínio paralelas. É curioso notar que neste mesmo artigo de Franco et al. (2014) este procedimento foi encontrado justamente na atividade de concepção do arquiteto, mas não é uma rotina que é repetida sistematicamente ao longo do resto do desenvolvimento.

Em uma situação ideal os projetistas e todos os intervenientes teriam clareza da alternância entre os modos de trabalho típicos de cada um dos enfoques, e respeitariam suas especificidades. Na Figura 3 mostramos um exemplo de como imaginamos que esta alternância poderia acontecer. O diagrama superior é uma repetição do diagrama de Gantt mostrado anteriormente e na parte de baixo temos a alternância das atividades entre os enfoques racional e reflexivo em dois momentos do projeto, um com ênfase reflexiva e outro, racional.

Figura 3 – Exemplo da alternância entre os enfoques racional e reflexivo ao longo do projeto



Fonte: Os autores

7 CONCLUSÃO

Procuramos neste artigo apresentar que o enfoque reflexivo parece não ter o devido reconhecimento na prática atual, pois tudo indica que mesmo em situações onde parece ser o mais indicado o enfoque racional acaba sendo o utilizado. Para evoluirmos para uma situação mais interessante acreditamos

que seja imprescindível que a relação entre o enfoque reflexivo e a gestão do processo de projeto seja melhor compreendida pelos seus atores.

Retomando aqui o artigo de Fabrício (2007), que fala sobre a relação entre o arquiteto e o coordenador de projetos, concordamos que o arquiteto parte de uma posição privilegiada para ser o coordenador de um projeto. Também concordamos que alguns paradigmas da profissão devem ser revistos e que estes profissionais devem adquirir novas competências ligadas à gestão.

O que apresentamos neste trabalho é uma visão de que em determinadas situações a gestão arquitetônica se aproxima bastante da própria prática de projeto e que nestes momentos um bom conhecimento da prática projetual em arquitetura seria altamente desejável para uma melhor gestão deste processo de projeto.

REFERÊNCIAS

ALHARBI, M.; EMMITT, S.; DEMIAN, P. What is architectural management? Towards a pragmatic definition. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 22, n. 2, p. 151–168, 16 mar. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 13531: Elaboração de projetos de edificações - Atividades técnicas**. Rio de Janeiro: 1995

BARROS, G. **Racionalidade e problemas selvagens no projeto de cidades inteligentes**. Atas do 1° Colóquio Internacional ICHT 2016 – Imaginário: Construir e Habitar a Terra. **Anais**... In: 1° COLÓQUIO INTERNACIONAL ICHT 2016 – IMAGINÁRIO:

CONSTRUIR E HABITAR A TERRA. São Paulo, SP, Brazil: FAUUSP, 03 2016Disponível em: <http://fau.usp.br/icht2016/Atas_ICHT_2016.pdf>. Acesso em: 15 mar. 2016

BUCHANAN, R. Wicked Problems in Design Thinking. **Design Issues**, v. VIII, n. 2, 1992.

CONSELHO DE ARQUITETURA E URBANISMO DO BRASIL. **Tabelas de Honorários de Serviços de Arquitetura e Urbanismo do Brasil**. Brasília: CAU/BR, 2014.

CROSS, N. The nature and nurture of design ability. **Design Studies**, v. 11, n. 3, p. 127–140, 1990.

CROSS, N. Designerly ways of knowing: design discipline versus design science. **Design Issues**, v. 17, n. 3, p. 49–55, 2001.

CROSS, N. Expertise in design: an overview. **Design Studies**, v. 25, n. 5, p. 427–441, set. 2004.

CROSS, N. From a Design Science to a Design Discipline: Understanding Designerly Ways of Knowing and Thinking. In: MICHEL, R. (Ed.). **Design Research Now**. Basel: Birkhäuser, 2007. p. 41–54.

DORST, K. **Describing Design: A comparison of paradigms**. Tese de Doutorado (PhD Thesis)—Delft, Netherlands: Technische Universiteit Delft, 1997.

DORST, K. **The nature of Design thinking**. Design thinking research symposium. **Anais**...DAB Documents, 2010Disponível em: <https://opus.lib.uts.edu.au/handle/10453/16590>. Acesso em: 14 fev. 2016

DORST, K.; CROSS, N. Creativity in the design process: co-evolution of problem–solution. **Design Studies**, v. 22, n. 5, p. 425 – 437, 2001.

DORST, K.; DIJKHUIS, J. Comparing paradigms for describing design activity. **Design Studies**, v. 16, n. 2, p. 261–274, 1995.

EMMITT, S. DESIGN MANAGEMENT IN ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION: ORIGINS AND TRENDS. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 5, n. 3, 1 dez. 2010.

FABRÍCIO, M. M. O arquiteto e o coordenador de projetos. **Pós. Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, v. 0, n. 22, p. 26, 1 dez. 2007.

FRANCO, J. V.; PICCHI, F. A.; MELHADO, S. B. **Princípios enxutos na gestão do processo de projeto: estudo de caso em uma construtora**. 11 nov. 2014Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_247.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016

GOLDSCHMIDT, G. Design representation: Private process, public image. In: GOLDSCHMIDT, G.; PORTER, W. L. (Eds.). **Design representation**. London, UK: Springer-Verlag, 2004. p. 203–217.

LAWSON, B. Schemata, gambits and precedent: some factors in design expertise. **Design Studies**, v. 25, n. 5, p. 443–457, 2004.

LAWSON, B. **How designers think: the design process demystified**. 4th ed ed. Oxford: Architectural Press, 2005.

LAWSON, B.; DORST, K. **Design expertise**. [s.l.] Architectural Press, 2009.

MANZIONE, L.; MELHADO, S. **Nível de maturidade do processo de projeto: as quatro interfaces**. 11 nov. 2014Disponível em: <http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_612.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2016

REIFI, M. H. E.; EMMITT, S. Lean design management:exploring perceptions and practice. In: OTTER, A.; EMMITT, S.; ACHAMMER, C. (Eds.). **Architectural Management in the Digital Arena, Proceedings of CIB W096, 2011**. Eindhoven, The Netherlands: Eindhoven University Press, 2011. p. 1105.

SCHÖN, D. **The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action**. London, UK: Temple Smith, 1983.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PERCEPÇÃO OLFATIVA DE USUÁRIOS CEGOS NA ANÁLISE DA ESTÉTICA DO ESPAÇO URBANO[1]

BARROSO, Celina (1); REIS, Antônio Tarcísio (2)

(1) UFRGS, e-mail: celinabarroso@hotmail.com; (2) UFRGS, e-mail: tarcisio.reis@ufrgs.br

RESUMO

O objetivo deste estudo é investigar os fatores que afetam a qualidade do espaço urbano a partir da percepção olfativa dos usuários cegos, identificando os tipos de cheiros agradáveis e desagradáveis e fatores que os estimulam. A metodologia utilizada inclui a avaliação de espaços abertos públicos no centro da cidade de Porto Alegre, RS, em que o usuário descreve as percepções olfativas enquanto caminha por uma rota pré-definida. Os principais resultados revelam que em fachadas abertas para a calçada, com ou sem recuo, a função do prédio determinou o tipo de cheiro percebido. Por exemplo: restaurantes, bares, farmácias, lojas de roupa, quiosques de flores, frutas e sanduíches estimularam cheiros agradáveis, ao passo que estacionamentos fechados provocaram cheiros desagradáveis. O cheiro de urina foi percebido por vários dos participantes em calçadas com recuos de fachadas sem aberturas, mas não foi percebido em recuos semelhantes, de fachadas de vidro. Em recuos sem abertura, mas ocupados por jardins, foi percebido cheiro agradável "de verde" ou "de seiva". Estes resultados podem contribuir para a compreensão dos fatores que afetam a qualidade do espaço urbano a partir da percepção olfativa de usuários cegos, auxiliando aqueles envolvidos com a estética do espaço urbano.

Palavras-chave: Percepção olfativa. Usuários cegos. Estética do espaço urbano.

ABSTRACT

The purpose of this paper is to investigate the factors that affect the quality of urban space concerning the olfactory perception of blind users, to identify the types of pleasant and unpleasant smells and factors that stimulate them. The methodology includes the assessment of public open spaces in Downtown Porto Alegre, where the user describes the olfactory perceptions while walking through a pre-defined route. The main results show that in facades open to the sidewalk, with or without retreat, the function of the building determined the type of perceived smell. For example: restaurants, pubs, pharmacies, clothing stores, kiosks of flowers, fruits and sandwiches, stimulated pleasant smells, while closed parking caused unpleasant odors. The smell of urine was perceived by several of the participants in sidewalks with retreat of the facades without openings and not perceived in similar setbacks, but with glass facades. In setbacks without opening, but occupied by gardens, agreeable "green" or "sap" smell was perceived. These results may contribute to understand the factors that affect the quality of urban space regarding the olfactory perception of blind users, helping those involved with the aesthetics of the urban space.

Keywords: *Olfactory perception. Blind users. Aesthetics of the urban space.*

[1] BARROSO, Celina; REIS, Antônio Tarcísio. Percepção olfativa de usuários cegos na análise da estética do espaço urbano. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A importância da qualidade estética do espaço urbano tem sido destacada em diversos estudos (PORTEOUS, 1996; PHILIP, 2001; REIS e LAY, 2006; SCHÜTZER, 2011). Tal importância reflete-se na preferência das pessoas em caminhar em áreas com melhor qualidade estética (ALFONZO, 2005; GEBEL *et al*., 2009; SCHÜTZER, 2011). Também, tem-se buscado compreender as características físicas das cidades que afetam positiva e negativamente as percepções estéticas de seus usuários (ULRICH, 1983; NASAR 1997; REIS *et al*., 2011). Por exemplo, a existência de árvores e de uma arquitetura atraente, (particularmente prédios históricos) contribuem para uma percepção visual positiva (ALFONZO, 2005).

A percepção visual proporciona muito mais informações ao ser humano do que todos os demais sentidos combinados (PORTEOUS, 1996). Entretanto, a qualidade estética ambiental diz respeito também aos elementos que estimulam nossos sentidos não visuais (NASAR, 1997; REIS e LAY, 2006; REIS, 2011). Por exemplo, muitos cheiros e sons estimulam nossos sentidos e afetam nossa percepção do ambiente (ULRICH, 1983). Nesse sentido, também é importante identificar os fatores não visuais que contribuem para o sentimento de relaxamento ou excitação, conforto e prazer como resposta estética ambiental (NASAR, 1997).

Particularmente, jardins são multissensoriais, com elementos que estimulam os sentidos não visuais (TAFALLA, 2011). Adicionalmente, espaços tais como cafés e padarias, desde que abertos para o exterior, também podem estimular os sentidos não visuais dos transeuntes (BENTLEY *et al.*, 1985).

Contudo, o enfoque das pesquisas sobre avaliação da qualidade estética ambiental tem sido a percepção visual dos elementos constituintes do espaço urbano (PORTEOUS, 1996; NASAR, 1997), havendo uma escassez de pesquisas sobre percepção não visual (BENTLEY et. al., 1985; PORTEOUS, 2006; DEVLIEGER, 2010). Por exemplo, a percepção olfativa dos usuários tem recebido pouca atenção (BENTLEY et. al., 1985; DIACONU, 2010), principalmente em relação à avaliação da qualidade sensorial do ambiente urbano por usuários cegos. A deficiência visual pode proporcionar novas experiências multissensoriais da paisagem urbana e revelar como os cegos percebem os odores das cidades e como tais odores estão relacionados às características urbanas (DEVLIEGER, 2010).

Portanto, existe a necessidade de investigar e melhor compreender a percepção olfativa de usuários cegos, incluindo a compreensão dos fatores que afetam a qualidade ambiental do espaço urbano a partir da percepção olfativa destes usuários. Assim, o objetivo deste artigo é analisar a relação entre os fatores que estimulam a percepção olfativa agradável ou desagradável dos usuários cegos e os atributos físico-espaciais urbanos.

2 METODOLOGIA

A coleta de dados foi realizada através da caminhada sensorial (*sensewalking)*, método qualitativo em que o usuário descreve as percepções olfativas enquanto caminha através de uma rota pré-determinada, método este que surgiu na Inglaterra e tem sido utilizado em estudos sobre paisagem sonora (*soundscape*) e paisagens de cheiro (*smellscape*) (p.ex. KAMENICKY, 2014; BRUCE et al., 2015). O movimento possibilita maior contraste de luz, vento, umidade, cheiros e sons (BENTLEY *et al*., 1985), fundamentais para os estímulos dos sentidos não-visuais (PORTEOUS, 1996; DIACONUS, 2006). A rota é composta por 8 trechos, cada com 1 ou 2 quadras, e inicia na Av. Mauá com Av. Sepúlveda, próximo ao Cais do Porto, percorre a Av. Siqueira Campos, Rua 7 de Setembro, Travessa Cata-vento (na Casa de Cultura Mario Quintana), rua da Praia e Praça da Alfândega, totalizando 1,2 km no Centro Histórico de Porto Alegre (Figura 1).

Figura 1: Locais e rota da caminhada sensorial no centro de Porto Alegre



Fonte: Imagens 1-8 – Celina Barroso; imagem central com rota em vermelho e locais numerados - Google Satélite 2016, com arte dos autores no programa Qgis.

Participaram da caminhada sensorial 10 pessoas cegas (7 mulheres e 3 homens), entre 19 e 61 anos, cujo contato foi realizado na ACERGS (Associação de Cegos do Rio Grande do Sul) ou na rua. As caminhadas foram realizadas nas tardes de segunda à sexta, entre janeiro e abril de 2016. As temperaturas variaram entre 28° e 32° graus, com dias de sol ou nublado com mormaço. As caminhadas foram realizadas com o usuário portando uma bengala na mão direita, enquanto com a mão esquerda apoiava no braço direito da pesquisadora. Um pequeno microfone foi colocado pela pesquisadora na gola da roupa do usuário, cujo fio era ligado ao pequeno gravador digital, que ficava no bolso da roupa do usuário ou na mão da

pesquisadora. Antes de começar a caminhada, era solicitado ao usuário que descrevesse durante a caminhada tudo que percebesse como agradável ou desagradável em relação ao cheiro, além de som e sensações na pele que não são considerados neste artigo.

As informações coletadas no levantamento de campo foram tratadas e registradas no programa Qgis, versão 2.10.1, do tipo SIG (Sistemas de Informação Geográfica). Os mapas temáticos gerados, com a localização dos cheiros agradáveis e desagradáveis percebidos pelos usuários cegos, possibilitou uma avaliação das possíveis fontes geradoras e prováveis causas, atendendo os objetivos propostos neste estudo. Para melhor visualização dos locais onde os usuários mais perceberam o cheiro agradável ou desagradável, optou-se pelo *heatmap plugin*, ferramenta do Qgis que possibilitou visualizar a concentração dos cheiros percebidos através das cores (Figuras 2 e 4). Quanto mais escura a cor no centro da mancha sobre o trajeto, mais pessoas perceberam o cheiro naquele local. Quanto mais claro a cor no centro da mancha, menos pessoas perceberam o cheiro. Para efeito de representação no mapa, foi projetado o *heatmap* num raio de 4 metros a partir do usuário.

3 RESULTADOS

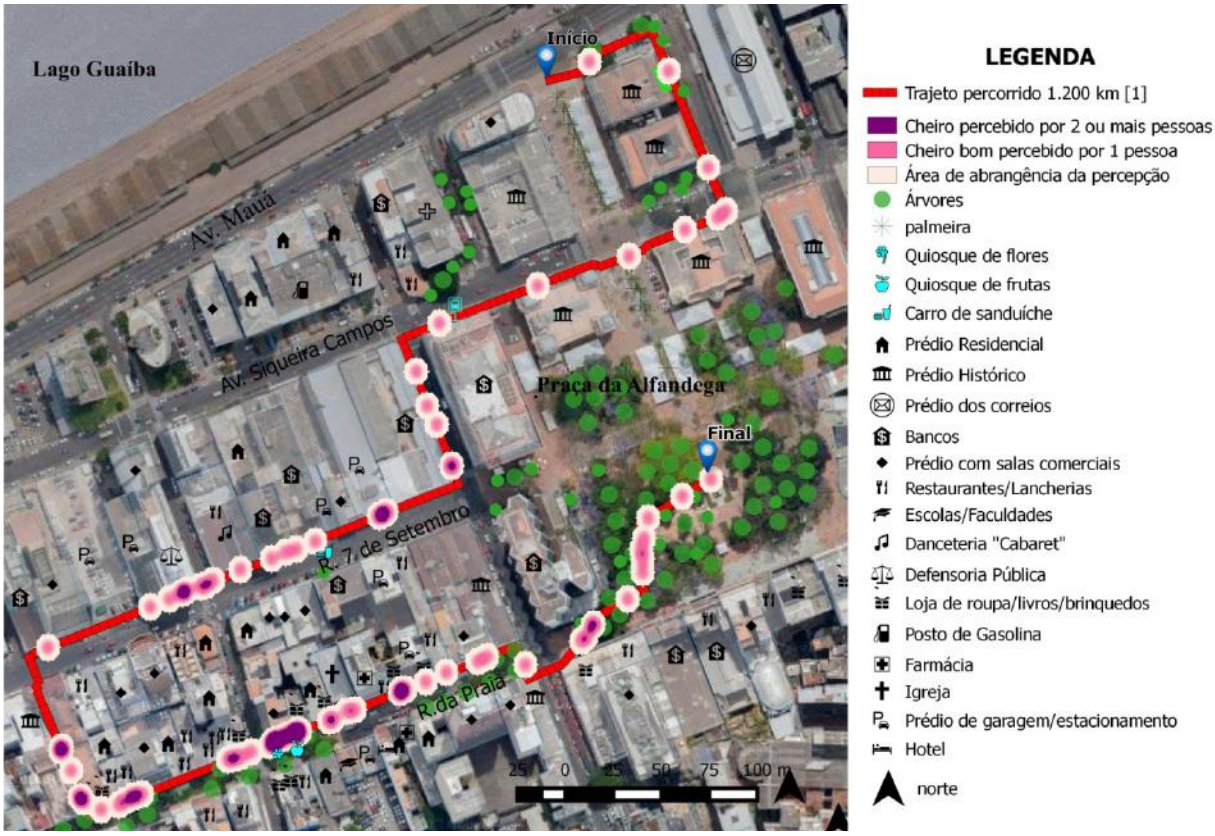
Os resultados foram organizados em dois tópicos: o primeiro para cheiros agradáveis e o segundo para cheiros desagradáveis, com suas respectivas análises sobre os tipos, ocorrência e local.

3.1 Identificação do cheiro agradável e sua localização no trajeto

Entre as fontes que mais estimularam os cheiros agradáveis, observa-se características arquitetônicas diversificadas, porém, possuindo em comum grandes aberturas para a calçada e funções que produzem cheiros e atraem concentração e movimento de pessoas. Os trechos com maior número de restaurantes, lanchonetes, cafés, farmácia/perfumaria, quiosques de frutas, flores e sanduíches apresentaram maior concentração de percepção de cheiros agradáveis (Figura 2).

Algumas fontes são de fácil identificação, como por exemplo, o cheiro de comida vindo de restaurantes, lanchonetes, bares e cafés, localizados na Rua da Praia, do carrinho de sanduíche próximo da circulação na Rua 7 de Setembro (primera quadra) ou do quiosque de fruta e do quiosque de flores, na Rua da Praia (Figura 2a e 2b), início da segunda quadra.

Figura 2: Localização dos cheiros agradáveis na rota da caminhada sensorial



Fonte: Google Satélite 2016, com arte dos autores no programa Qgis.

Outras fontes são menos esperadas, mas identificadas devido à aproximação no momento da descrição do cheiro pelo usuário, como por exemplo, o prédio da Defensoria Pública, localizado na rua 7 de Setembro, segunda quadra (Figura 2c). A calçada em frente a este prédio é o segundo ponto mais percebido como cheiro agradável na caminhada sensorial. O prédio de estrutura de concreto e fachadas de vidro se localiza numa esquina e tem um pequeno afastamento frontal, protegido com marquise. Uma das portas da fachada frontal parece estar sempre aberta, o que permite que o ar condicionado da recepção leve para a calçada o cheiro do interior do prédio. Uma parte desse cheiro era provavelmente das pessoas que se aglomeravam na sala de espera da recepção. A descrição dos usuários que perceberam o cheiro agradável em frente ao prédio eram: "cheiro de perfume", "cheiro de loja" ou "cheiro bom, mas não sei dizer o que é". Este prédio da Defensoria Pública tem em comum com as lanchonetes, cafés e restaurantes as grandes aberturas para a calçada e funções que atraem concentração e movimento de pessoas.

Outro local que estimulou cheiro agradável com fonte inusitada foram os estacionamentos cobertos, na Rua 7 de Setembro, com grandes aberturas para a calçada. Os cheiros foram descritos pelos usuários como cheiro de "incenso" ou cheiro de "capoeirinha seca". Estes e outros tipos de cheiro e suas fontes estão descritos no Quadro 1.

Quadro 1 – Tipo, fonte e local dos cheiros agradáveis

Tipo de cheiro agradável	**Fonte**	**Local**
Comida, lanche	Carrinho de sanduíche Restaurantes e lancherias Mc Donald	R. 7 de Setembro R. da Praia Calçadão R. Da Praia
Perfume	Defensoria Pública	R. 7 de Setembro
	Floricultura	Rua da Praia
	Pessoas paradas ou caminhando	Pontos variados
Café	Cafés	Mario Quintana Rua da Praia
Incenso	Prédios de garagem/estacionamento	R. 7 de Setembro
	Livraria/papelaria/artigos de presente	Rua da Praia
Flor	Floricultura	Rua da Praia
Aroma de árvore, de verde, de mato, de seiva	Jardim na fachada Sec. da Fazenda	Rua Cassiano Nascimento
	Árvores	Rua da Praia
	Floricultura	Pça Alfândega
Madeira	Igreja	Rua da Praia e Mario Quintana
Coisa antiga	Banco Central	R. 7 de Setembro
	Sebo (venda de livros usados)	Rua da Praia
Coisa nova	Floricultura	Rua da Praia
Cheiro de loja	Defensoria Pública	R. 7 de Setembro
Cheiro bom indefinido	Defensoria Pública	R. 7 de Setembro
	Esquinas e travessias	Av. Siq. Campos
Cheiro de praia	Brisa (provavelmente do Guaíba)	Av. Mauá Av. Siq. Campos
"Cheiro bom de verão" ou "cheiro de erva"	Pessoas fumando maconha	Pça Alfândega
Cheiro de limpeza	Loja de artigos para presente, incenso, livros	Mario Quintana
Papel	Sebo (venda de livros usados)	Rua da Praia
"Oxigênio, ar bom"	Brisa do Lago Guaíba	Pça Alfândega
Chocolate	Bazar utilidades	Rua da Praia
Sabonete	Floricultura	Rua da Praia
Borracha	Prédio garagem/estacionamento	R. 7 de Setembro
Capoeirinha seca	Prédio garagem/estacionamento	R. 7 de Setembro

Fonte: os autores

Um canteiro num recuo de uma das fachadas sem abertura da Secretaria da Fazenda chamou atenção neste estudo, não pela frequência, mas pela qualidade em favorecer a percepção olfativa agradável. A fachada se caracteriza pela ausência de abertura e um recuo de aproximadamente 1,00m, ocupada por um canteiro com uma grade, com grama e arbusto. A usuária descreveu como "cheiro de verde, de seiva". Esse recurso, além de ser potencialmente fonte de cheiro agradável, parece desencorajar o uso do local como banheiro pelos pedestres (Figura 3d).

O cheiro agradável de verde foi percebido também próximos às árvores da Rua da Praia e da Praça da Alfândega, descritos como "cheiro de mato" ou "Aroma de árvore" ou "cheiro de verde" ou ainda "cheiro de seiva".

Figura 3: Locais que estimularam cheiros agradáveis

a)Quiosque de frutas b)Quiosque de Flores c)Defensoria Pública d)Canteiro com grade

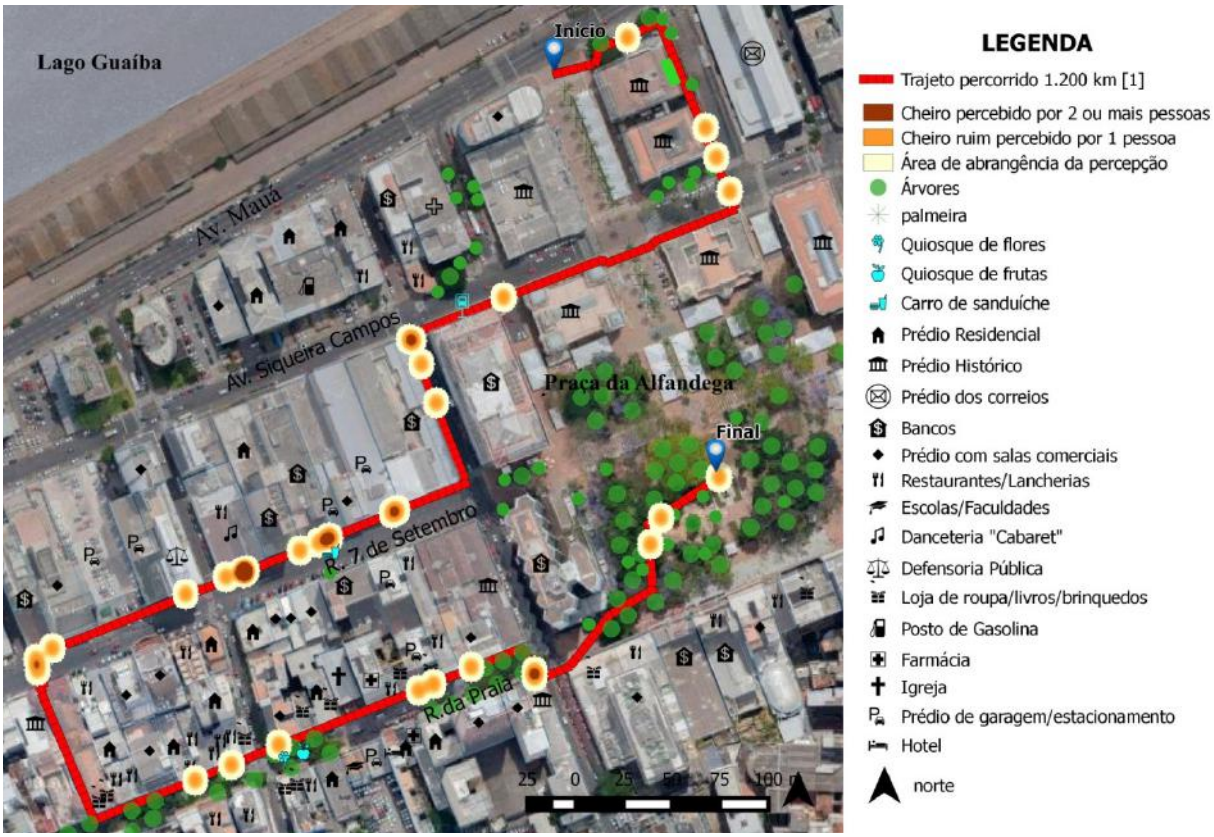


Fonte: Celina Barroso

3.2 Identificação do cheiro desagradável e sua localização no trajeto

Ao contrário dos cheiros agradáveis, os cheiros desagradáveis foram percebidos em locais com menos concentração e movimento de pessoas, como os trechos com museus, órgãos do governo, correios, instituições bancárias e prédios de garagem e estacionamento. Os pontos com maiores concentrações de cheiros desagradáveis estão localizados em frente às agências bancárias da rua 7 de Setembro, à danceteria "Cabaret" e ao primeiro estacionamento desse mesmo trecho (Figura 4).

Figura 4: Localização dos cheiros desagradáveis na rota da caminhada sensorial



Fonte: Google Satélite 2016, com arte dos autores no programa Qgis.

Algumas fontes de cheiros desagradáveis podem ser facilmente identificados, como cheiro de poluição percebido próximo das avenidas com grande fluxo de carros ou em frente aos prédios de estacionamento,

assim como o cheiro de fritura próximo a restaurantes ou carrinhos de churros (Quadro 2).

Quadro 2 – Tipo, fonte e local dos cheiros desagradáveis

Tipo de cheiro desagradável	**Fonte**	**Local**
Urina	Rampa do Banco Itaú	Rua 7 de Setembro
	Fachada Sec. da Fazenda	Rua Cassiano Nascimento
	Calçada da danc. Cabaret	Rua 7 de Setembro
Cigarro	Pessoas em pé paradas ou sentadas	Rua Cassiano Nascimento Av. Siqueira Campos Rua 7 de Setembro Praça da Alfândega.
Poluição dos carros	Transito de veículos	Av. Mauá Av. Siqueira campos
	Prédios de estacionamento	Rua 7 de Setembro
Fritura	Carrinho de churros	Rua da Praia
Esgoto	Calçada próximo da esquina	Rua Caldas Junior
Lixo	Banco Itaú	Rua 7 de Setembro
Cheiro forte de "coisa doce"	Carrinho de churros	Rua da Praia
Cheiro enjoativo	Floricultura	Rua da Praia
Cheiro de cimento.	Obras no prédio cacique	Rua da Praia

Fonte: os autores

O cheiro de urina, um dos mais percebidos pelos cegos, foi mencionado em 3 pontos do trajeto, que se caracterizam por calçadas em frente a prédios com fachadas sem abertura, com recuos que variam de 30cm a 1,20m. A fachada do Prédio do Banco Itaú, na Rua 7 de Setembro é um desses locais, com recuo (1,20m) da rampa de acesso ao prédio, provável fonte do cheiro de urina percebido por 50% dos usuários (5 entre 10). Parte da fachada ao longo da rampa é totalmente cega e o restante é fechado com grade e vidro sem abertura para o exterior (Figura 5a). Outro local percebido com cheiro de urina foi a calçada em frente à fachada da danceteria Cabaret, na Rua 7 de Setembro, também sem abertura e com um pequeno recuo (20 a 30cm). Adicionalmente, foi percebido cheiro de urina em frente à fachada da Secretaria da Fazenda, pela Rua Cassiano Nascimento, sem aberturas e com recuo de aproximadamente 1,20m, em relação ao alinhamento do restante da fachada na calçada (Figura 5b).

O segundo cheiro desagradável mais percebido pelos usuários durante o trajeto foi o cheiro de cigarros de pessoas fumando nas calçadas, na maioria das vezes em pé, próximas ou escoradas nas fachadas sem aberturas dos prédios dos órgãos dos governos, instituições bancárias e museus (Figura 4 e 5c). Provavelmente, estas pessoas são funcionários destes orgãos, onde não existe a permissão para fumar nos ambientes internos.

A poluição dos carros em frente às aberturas dos prédios de estacionamento na Rua 7 de Setembro foi mais percebida do que nas calçadas das avenidas Mauá e Siqueira Campos. Provavelmente, a ventilação desses prédios é

insuficiente, tornando as aberturas do térreo, de entrada e saída de veículos, local de maior concentração dos gases poluentes liberados pelos veículos (Figura 5d).

Figura 5: Locais que estimularam cheiros desagradáveis

a)Rampa na Fachada b)Recuo da Fachada c)Pessoas fumando d)Acesso de garagem



Fonte: Celina Barroso

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados deste estudo revelam que, juntamente com a função dos prédios, as características arquitetônicas podem favorecer fontes de percepção olfativa agradável ou desagradável, indo ao encontro de uma compreensão multissensorial de espaços urbanos e a consequente geração de subsídios para que planejadores encorajem ou desencorajem comportamentos no espaço urbano (DIACONU, 2010).

Os recuos nas fachadas cegas como fontes de cheiro de urina, cheiro desagradável mais percebido neste estudo, e a observação de que essas mesmas características ocupadas por jardins podem ser fontes de odores agradáveis, como "cheiro de verde" ou "cheiro de seiva", é um exemplo desse resultado de como as características arquitetônicas podem encorajar ou desencorajar o comportamento do usuário do espaço urbano. Logo, a existência de vegetação no espaço urbano, tais como os jardins nesses recuos, e as árvores na Rua da Praia e Praça da Alfândega, provocou percepções de cheiros agradáveis, confirmando resultados de estudos que afirmam que os jardins são potencialmente multissensoriais e estimulam a percepção não visual (TAFFALA, 2011). Ainda, observou-se que as fachadas cegas estimulam mais o seu uso como local para urinar do que as fachadas com vidro, provavelmente, porque estas proporcionem uma percepção de menor privacidade devido à visualização do interior da edificação. Alguns usos no espaço urbano também contribuem para a sua percepção multissensorial, tais como cafés e restaurantes, confirmando os resultados de outros estudos (p.ex., BENTLEY *et al*., 1985). Estes usos, assim como outros, tais como farmácia, lojas de roupas, sapatos e quiosques de flores e frutas, foram percebidos como fontes de cheiros agradáveis, e, logo, como locais que enriquecem a experiência estética dos cegos no espaço urbano. Concluindo, os resultados das análises estéticas realizadas acerca da percepção olfativa de usuários cegos possibilitam uma melhor compreensão sobre os impactos estéticos não-visuais gerados pelas cidades.

REFERÊNCIAS

ALFONZO, M.A. To Walk or Not to Walk? The Hierarchy of Walking Needs **Environment and Behavior**, vol. 37, nr 6, 2005, p. 808-836.

BENTLEY, I. e ALCOCK, A. e MURRAIN, P. e MCGLYNN, S. e GRAHAM, S. **Responsive environments:** a manual for designers. The architectural Press: London, 1985, 151 p.

BRUCE, N e CONDIE, J. e HENSHAW, V. PAYNE, S.R. Analysing olfactory and auditory sensescapes in English cities. **Ambiances Perception** - <http://ambiances.revues.org/560>. Acesso em: 09 nov. 2015.

DEVLIEGER, Patrick J. Blindness/City: The Local Making of Multisensorial Public Spaces. **Sense and the City**, Vol. 8, 2010, pg. 87.

DIACONU, Mädälina. Reflections on an aesthetics of touch, smell and taste. **Contemporary Aesthetics**, vol. 4, 2006.

_____. Mapping Urban Smellscapes. **Sense and the City**, Vol. 8, 2010, pg.87.

GEBEL, K. e BAUMAN, A. e OWEN, N. e FOSTER, S. e GILESCORTI, B. **The Built Environment and Walking.** National Heart Foundation of Australia. <www.heartfoundation.2 org.au>. Acesso em 23 out. 2014.

KAMENICKY, Matej. Analysis of soundscape of selected urban public places and its impact on their assessment by users. **Inter-Noise**, Melbourne, Autrália, 2014

NASAR, J.L. New Developments in Aesthetics for Urban Design. In: MOORE, G & MARANS, R. (eds.), **Advance in Environment Behavior and Design**, vol IV, Toward the Integration of 214 Theory, Methods, Research, and Utilization. New York, Plenum Press. Cap. 5, 1997, p. 149-193.

PHILIPP, R. Aesthetic Quality of the Built and Natural Environment: why does it matter? PASINI, W; RUSTICALI, F. (Eds.). In: **Green Cities: Blue Cities of Europe**. WHO Regional Office for Europe, Rimini, Italy, 2001, p.225-247.

PORTEOUS, D.J. **Environmental Aesthetics** – Ideas Politics and Planning. London and New York: Routledge, 1996.

REIS, A. e LAY, M. Avaliação da qualidade de projetos–uma abordagem perceptiva e cognitiva. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, vol. 6, nr 3, 2006, p.21-34.

SCHÜTZER, Kléber. **A percepção do pedestre sobre a qualidade da Paisagem Urbana**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana – Universidade Federal de São Carlos, UFSCar. São Carlos, 2011, 75 p.

TAFALLA, Marta. Smell and Anosmia in the Aesthetic Appreciation of Gardens. **Contemporary Aesthetics**, vol 12, 2014.

ULRICH, R.S. Aesthetic and affective response to natural environment. In I. Altman & J. Wohlwill (Eds.), **Human Behavior and Environment**, vol.6, New York: Plenum, 1983, p. 85-1 25.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CÁLCULO DO ÍNDICE DE ACESSIBILIDADE DESTINADO AOS PEDESTRES EM UMA CIDADE DE PEQUENO PORTE – PEDERNEIRAS/SP[1]

FAUSTINI, Fabiana Benevenuto (1); MAIA, Marina Lisboa (2); MAGAGNIN, Renata Cardoso (3)

(1) UNESP, e-mail: fab_bf@hotmail.com; (2) UNESP, e-mail: mlisboamaia@gmail.com; (3) UNESP, e-mail: magagnin@faac.unesp.br

RESUMO

Atualmente, um dos grandes desafios da mobilidade urbana nas cidades do mundo inteiro é incentivar os deslocamentos por modos não motorizados. No Brasil, nas cidades de pequeno porte os deslocamentos a pé ou por bicicleta correspondem à maioria dos deslocamentos urbanos. Estudos apontam que muitas destas cidades apresentam vários problemas relacionados à infraestrutura destinada aos modos não motorizados. Diante desta realidade, o objetivo deste artigo é avaliar a infraestrutura destinadas aos pedestres através da determinação de um Índice de Acessibilidade Espacial (IA) para as calçadas da Avenida Tiradentes, localizada na região central do município de Pederneiras – SP. A metodologia utilizada consistiu: de vistoria técnica, registro fotográfico e o cálculo do Índice de Acessibilidade Espacial, através de indicadores que permitiram avaliar a qualidade de conforto, segurança e do ambiente. Os resultados mostraram que: i) as maiores deficiências encontradas estavam associadas à qualidade de segurança; e ii) a aplicação do Índice de Acessibilidade Espacial (IA) mostrou-se de fácil utilização, sendo um instrumento que pode ser utilizado pelos gestores públicos para a realização de diagnóstico e proposição de soluções para a melhoria na acessibilidade na cidade.

Palavras-chave: Acessibilidade espacial. Índice de acessibilidade espacial. Infraestrutura de pedestre. Cidades de pequeno porte.

ABSTRACT

Currently, one of the major challenges of urban mobility in cities around the world is to encourage displacements by non-motorized modes. In Brazil, in small cities the displacements on foot or by bike correspond to most urban travel. Studies indicate that many of these cities have several infrastructure problems related to non-motorized modes. Given this reality, the goal of this paper is to evaluate the pedestrian infrastructure through a Spatial Accessibility Index (AI - in Portuguese) to the sidewalks of Tiradentes Avenue, located in central area of Pederneiras city (São Paulo State). The methodology consisted of: technical inspection, photographic record and the calculation of Spatial Accessibility Index, through indicators that allow evaluating the comfort, safety and the environment quality. The results showed that: i) the major deficiencies were found associated with the safety quality; and ii) the implementation of the Spatial Accessibility Index (IA) showed to be easy to use, it is an instrument that can be used by public managers for conducting diagnosis and propose solutions to improve accessibility in the city.

[1]FAUSTINI, Fabiana Benevenuto; MAIA, Marina Lisboa; MAGAGNIN, Renata Cardoso. Cálculo do índice de acessibilidade destinado aos pedestres em uma cidade de pequeno porte – Pederneiras/SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Spatial accessibility. Spatial accessibility index. Pedestrian infrastructure. Small cities.*

1 INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas a maioria das cidades brasileiras tem presenciado um aumento crescente na utilização dos meios de transporte individuais e motorizados desprivilegiando a utilização dos meios não motorizados e mais sustentáveis.

Alguns estudos desenvolvidos no Brasil mostram que muitas cidades brasileiras, independentemente de seu porte demográfico apresentam muita semelhança nos problemas relacionados à infraestrutura destinada a circulação de pedestres; pois são poucos os municípios que têm adotado medidas para melhorar e incentivar a mobilidade e a acessibilidade urbanas através da utilização dos modos não motorizados (MAGAGNIN e VANDERLEI, 2013; BRASIL, 2007).

De acordo com Park (2008) os benefícios associados à utilização dos modos individuais não motorizados como o modo a pé ou a caminhada estão associados a redução de congestionamentos, poluição do ar, a dependência do uso de combustíveis fósseis, e a redução dos problemas de saúde - como a obesidade.

Algumas pesquisas apontam que a pouca utilização do modo a pé está associada a falta de acessibilidade urbana dos espaços de uso público, como as calçadas. No entanto, outros aspectos devem ser considerados para esta justificativa, como por exemplo, a segurança dos pedestres, o nível de conforto, o volume de tráfego, entre outros motivos (PARK, 2008).

No exterior, algumas cidades vêm tomando medidas para incentivar e financiar programas que estimulem a utilização de meios de transportes mais sustentáveis; estas políticas internacionais mostram que, quando os cidadãos são incentivados, eles conseguem aderir a outros modos mais sustentáveis, ou menos poluentes, mais flexíveis e mais saudáveis.

No Brasil, desde a década de 2000 o governo federal tem promulgado leis que garantem a acessibilidade no país. Em 2004, a Secretaria Nacional Transporte e da Mobilidade Urbana (SeMob) instituiu o programa brasileiro de acessibilidade urbana denominado de Brasil Acessível. O objetivo deste programa é apoiar e estimular os governos municipais e estaduais a desenvolverem ações para garantir a acessibilidade em áreas públicas, aos equipamentos urbanos e aos sistemas de transportes (BRASIL, 2007). No entanto, ao observarmos os espaços de uso público observa-se que muitas cidades ainda não implantaram ações para garantir o direito de ir e vir a todos os cidadãos, conforme asseguram as leis e normas brasileiras.

Diante desta realidade, surge uma pergunta: como os planejadores (ou decisores) podem contribuir (ou encorajar) os cidadãos a mudar o atual paradigma e passar a utilizar mais o modo a pé em seus deslocamentos diários?

De acordo com dados da Associação Nacional de Transportes Públicos – ANTP (2002), a movimentação de pedestres corresponde à maior parte dos deslocamentos urbanos. Em cidades de pequeno porte demográfico este movimento representa a maioria dos deslocamentos urbanos e nas grandes cidades este número atinge 1/3 das viagens.

Na perspectiva de disponibilizar informações para decisores e planejadores de cidades de pequeno e médio porte brasileiras sobre a acessibilidade espacial em espaços de uso público destinados ao deslocamento de pedestres, este artigo tem por objetivo determinar o índice de acessibilidade espacial para calçadas de um importante eixo viário, localizado na área central do município de Pederneiras (SP).

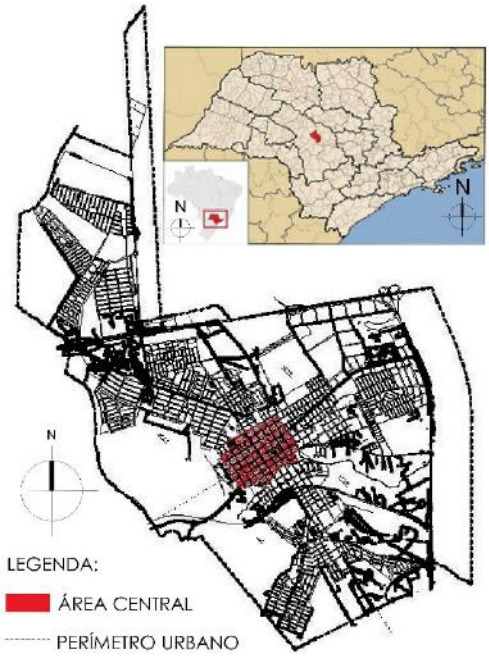
2 METODOLOGIA

2.1 Objeto de estudo

A cidade de Pederneiras está localizada na região centro-oeste do Estado de São Paulo (figura 1). O município possui aproximadamente 44.900 habitantes, distribuídos em um território de 729Km^2 (IBGE, 2015).

A região central, objeto de estudo deste artigo, é compreendida por 70 quadras dispostas no formato malha xadrez. A topografia desta área é levemente acidentada. De acordo com dados do Plano Diretor Municipal esta região está enquadrada como zona residencial mista (ZRM2), pois é composta por comércios, serviços e residências.

Figura 1 - Localização da cidade de Pederneiras no Estado de São Paulo e malha urbana do município com destaque da área central

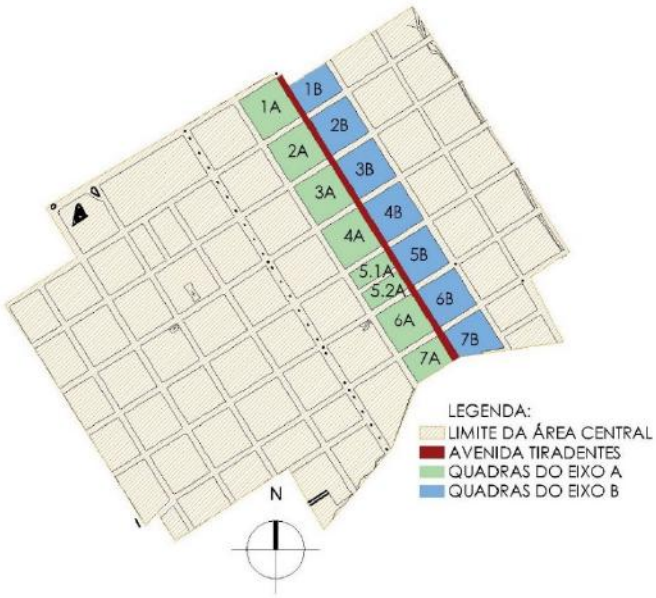


Fonte: Adaptado da Prefeitura de Pederneiras

Neste artigo, definiu-se como objeto de estudo a análise da infraestrutura destinada aos pedestres da principal avenida do município - Avenida Tiradentes, remanescente da implantação da cidade (1892).

Esta avenida é um dos principais eixos viários da cidade, pois faz a ligação entre as regiões noroeste (entrada da cidade) e sudeste, passando por toda a área central. Sua extensão é de 1,2 km, entretanto, a área analisada compreendeu apenas a região central da cidade (figura 2).

Figura 2 - Mapa da Avenida Tiradentes com a identificação do trecho analisado



Fonte: Adaptado de Prefeitura de Pederneiras (2016)

O trecho escolhido para análise é composto por 7 faces de quadras (lados pares e ímpares, denominados de eixo A e eixo B) - figura 2. A infraestrutura viária (largura das calçadas e da via) é da década de 1930, e muitas de suas construções datam deste período até a década de 1960. A justificativa para a escolha desta avenida, além de sua localização, se deu por apresentar grande movimento de pedestres e veículos, se comparada a outras avenidas da cidade, e por possuir em sua extensão usos diversificados: igreja matriz, agência bancária, residências e comércios (figura 3).

Figura 3 - Imagens da Avenida Tiradentes



Fonte: Google Street View. Acesso Janeiro 2016

2.2 Instrumentos de avaliação

A metodologia utilizada para calcular o índice de acessibilidade espacial (IA) para as calçadas da Avenida Tiradentes teve como referência os estudos desenvolvidos por Ferreira e Sanches (2007), Magagnin e Vanderlei (2013), Dischinger, Bins Ely e Piardi (2012), ABNT/NBR 9050 (2015) e Silva (2009).

A análise espacial do eixo viário foi desenvolvida nas seguintes etapas: i) definição dos indicadores; ii) análise através de vistoria técnica e levantamento fotográfico, e iii) cálculo do índice de acessibilidade espacial.

A primeira etapa consistiu na definição dos indicadores a serem avaliados. Definiu-se pela utilização dos indicadores utilizados nas pesquisas de Ferreira e Sanches (2007) e Magagnin e Vanderlei (2013), que permitem avaliar e monitorar a infraestrutura destinada aos pedestres através de três temas: qualidade de conforto, qualidade de segurança e qualidade do ambiente (tabela 1). Ressalta-se que nesta pesquisa foram utilizados indicadores para avaliação do eixo viário utilizado por usuários apenas no horário diurno ou comercial, período com maior frequência de pedestres.

Após esta definição, foram atribuidos os pesos para os temas e indicadores, conforme mostra a tabela 1. A atribuição dos pesos foi realizada pelos pesquisadores, mas teve como referência os estudos desenvolvidos por Magagnin e Vanderlei (2013) e Ferreira e Sanches (2007). Para esta definição foi levado em consideração a importância relativa dos indicadores dentro de um tema.

Tabela 1 – Definição dos Temas, indicadores e seus respectivos pesos

Tema	Peso	Indicador	Peso
QUALIDADE DE CONFORTO	0,45	Largura efetiva	0,20
		Características do material utilizado no revestimento do pavimento	0,30
		Estado de conservação da superfície	0,25
		Desnível	0,25
QUALIDADE DE SEGURANÇA	0,35	Sinalização	0,50
		Rampas	0,50
QUALIDADE DO AMBIENTE	0,20	Arborização	0,50
		Mobiliário	0,50

Fonte: Adaptado de Ferreira; Sanches (2007), Magagnin; Vanderlei (2013)

A segunda etapa referiu-se na definição da forma de avaliação das calçadas através da vistoria técnica. Para a definição foram utilizados como referência os seguintes documentos: a Norma Técnica Brasileira de Acessibilidade - ABNT-NBR 9050 e o Protocolo de Acessibilidade desenvolvido por Dischinger; Bins Ely; Piardi (2012). As tabelas 2, 3 e 4 apresentam o modelo adotado nesta pesquisa. Os indicadores eram avaliados por tema. Para cada indicador deveriam ser conferidos os seguintes elementos: legislação

ou norma técnica vigente, e a presença ou ausência do indicador.

Tabela 2 – Checklist tema qualidade de conforto

		Legislação		ITENS A CONFERIR	Peso	Resultado
		Lei	Artigo			Sim/Não
QUALIDADE DE CONFORTO	**1**			**LARGURA LIVRE EFETIVA**		
	1.1	9.050/15	6.10.7 e 6.10.5	Passeios livres de interferências que possam impedir deslocamento ou constituam perigo aos pedestres (poste de sinalização, vegetação, desníveis, rebaixamentos...)	0,40	
	1.2	9.050/15	6.10.4	Presença de faixa livre de circulação contínua de pedestre com largura ≥1,20m	0,20	
	1.3	-	-	É possível o deslocamento de cadeirantes?	0,20	
	1.4	-	-	Presença de lei municipal que impeça que a calçada seja ocupada por ambulantes ou outros usos?	0,20	
	2			**CARACTERÍSTICAS DO MATERIAL UTILIZADO NO REVESTIMENTO DO PAVIMENTO**		
	2.1	9.050/15	6.1.1	Os passeios têm pisos antiderrapantes e regulares?	0,50	
	2.2	-	-	Possui material rugoso (Paralelepípedos, pedras naturais, mosaico português, ladrilho hidráulico, blocos intertravados)	0,25	
	2.3	-	-	Presença de material derrapante (ladrilhos cerâmicos lisos)	0,25	
	3			**ESTADO DE CONSERVAÇÃO DA SUPERFÍCIE**		
	3.1	-	-	Presença de rachaduras	0,25	
	3.2	-	-	Presença de deformações	0,35	
	3.3	9.050/15	6.3.6	A superfície das tampas das caixas de inspeção estão fora do fluxo principal ou seguem as recomendações propostas pela NBR?	0,20	
	3.4	9.050/15	6.3.6	As grelhas e juntas de dilatação estão fora do fluxo principal ou seguem as recomendações da NBR?	0,20	
	4			**DESNÍVEL**		
	4.1	9.050/15	6.1.4	Desníveis ≤1,5cm	0,40	
	4.2	-	-	Existência de desnível provocado por falha de projeto	0,20	
	4.3	-	-	Existência de variação do perfil longitudinal ao longo de sua extensão	0,20	
	4.4	-	-	Existência de desníveis transversais na calçada ao longo de sua extensão	0,20	

Fonte: Adaptado de Ferreira; Sanches (2007), Dischinger; Bins Ely; Piardi (2012), Magagnin; Vanderlei (2013)

Tabela 3 – Checklist tema qualidade de segurança

		Legislação		ITENS A CONFERIR	Peso	Resultado
		Lei	Artigo			Sim/Não
QUALIDADE DE SEGURANÇA	**5**	**SINALIZAÇÃO: DISPOSITIVO QUE PROPORCIONA AOS PEDESTRES CRUZAMENTOS MAIS EFICAZES E SEGUROS**				
	5.1	-	-	Existe semáforo nos dois lados da via para facilitar a travessia do pedestre?	0,15	
	5.2	9.050/15	9.9.2	Se existir, há sinalização sonora?	0,10	
	5.3	9.050/15	9.9.1	O acionamento para travessia de pedestre possui altura entre 0,80cm e 1,20m do piso?	0,10	
	5.4	-	-	Nos cruzamentos existe faixa de pedestre bem sinalizada?	0,15	
	5.5	3.246/89	1	Há sinalização visual e sonora nas entradas/ saídas de garagens e estacionamentos?	0,12	
	5.6	-	-	Há suporte informativo tátil (nome, n., função) no passeio que permita a identificação do edifício por pessoas com restrição visual?	0,10	
	5.7	9.050/15	6.1.3	Na ausência de linha-direcional identificável ou em locais muito amplos, existe piso tátil direcional?	0,10	
	5.8	9.050/15	6.10.5	A altura livre dos passeios é ≤ 2,10m? (Verificar obstáculos verticais)	0,18	
	6	**RAMPAS (REBAIXAMENTO DE GUIA): FACILITA A CIRCULAÇÃO DE PESSOAS PORTADORAS DE DEFICIÊNCIA FÍSICA, MINIMIZANDO OS ESFORÇOS.**				
	6.1	9.050/15	6.12.1	Há rampa de acesso ao passeio próximo às vagas de estacionamento para deficientes?	0,21	
	6.2	9.050/15	6.10.11.2	O piso entre o término do rebaixamento do passeio e o leito carroçável é nivelado?	0,18	
	6.3	9.050/15	6.10.11.1	Existe faixa de travessia, com rebaixamento dos passeios em ambos os lados da via?	0,25	
	6.4	9.050/15	6.12.7.1	No local onde existir rampa para acesso de pedestres ou guia rebaixada, a faixa livre é ≥ 1,20m?	0,18	
	6.5	9.050/15	6.3.3	A inclinação das rampas (rebaixamento de guia) é ≤ 5%?	0,18	

Fonte: Adaptado de Ferreira; Sanches (2007), Dischinger; Bins Ely; Piardi (2012), Magagnin; Vanderlei (2013)

Tabela 4 – Checklist tema qualidade do ambiente

		Legislação		ITENS A CONFERIR	Peso	Resultado
		Lei	Artigo			Sim/Não
QUALIDADE DO AMBIENTE	**7**	**ARBORIZAÇÃO: EXISTÊNCIA DE ÁRVORES ADEQUADAS NAS CALÇADAS PARA POSSIBILITAR SOMBRA E FRESCOR AO PEDESTRE.**				
	7.1	-	-	A calçada possui vegetação?	0,20	
	7.2	9.050/15	9.10.1 e 9.10.2	Quando existir, os seus elementos (galhos, raízes, muretas, ...) encontram-se fora da faixa de circulação?	0,40	
	7.3	9.050/15	9.10.3	A vegetação dos canteiros representa conforto e segurança para os pedestres (não possui espinhos, substâncias tóxicas e não desprendem muitas folhas, frutas, que tornem o piso escorregadio)?	0,40	
	8	**MOBILIÁRIO URBANO: LOCALIZAÇÃO DO MOBILIÁRIO URBANO; PODE PROMOVER CONFORTO E SEGURANÇA AO PEDESTRE.**				
	8.1	-	-	O mobiliário está dentro da faixa de serviço?	0,30	
	8.2	9.050/15	6.12.3a	Ela possui faixa de serviços com largura mínima de 0,70m?	0,30	
	8.3	-	-	Os mobiliários estão locados de forma que não impeçam a passagem dos pedestres?	0,40	

Fonte: Adaptado de Ferreira; Sanches (2007), Dischinger; Bins Ely; Piardi (2012), Magagnin; Vanderlei (2013)

Nas tabelas 2, 3 e 4 a ponderação dos valores atribuídos aos itens do checklist, seguiu os mesmos critérios estabelecidos para os valores dos indicadores.

Nesta pesquisa o check list, foi realizado utilizando-se um *Formulário Google*. Desta maneira, a vistoria técnica em cada quadra pode ser realizada de forma ágil e os dados armazenados online, facilitaram sua tabulação.

A terceira etapa consitiu na definição do Indice de Acessibilidade Espacial para as calçadas. O objetivo desse índice não foi definir um ranking das faces das calçadas do município, mas para que os gestores pudessem ter um diagnóstico das necessidades de cada quadra em relação à acessibilidade espacial. Para a definição deste índice utilizou-se como referência os estudos desenvolvidos por Silva (2009) e Magagnin (2014).

Nesta técnica, os indicadores foram avaliados através de dois parâmetros: ambiente acessível (atendia 100% das recomendações da ABNT-NBR 9050/2015) e ambiente não acessível (não atendia as diretrizes da norma técnica de acessibilidade).

A partir dos dados apresentados nas tabelas 2, 3 e 4 (campo resultados),

para os ambientes considerados acessiveis foi adotado o valor "1", e quando o indicador avaliado não era considerado acessível, foi atibuído o valor "0". A partir dos resultados dos indicadores foi calculada a média aritmética ponderada dos temas que definiu o Índice de Acessibilidade Espacial para cada face de quadra, por tema e geral. A Equação 1 apresenta a fórmula utilizado para estes cálculos.

$$I = \frac{\sum_{i=1}^{n} p_i q_i}{\sum_{i=1}^{n} p_i} \quad (1)$$

Sendo:

I = Valor por Tema;

qi = Valor do Indicador i; assume valor igual a zero (0) ou um (1)

pi = Peso do Indicador i

3 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Nesta seção é apresentada a análise dos resultados obtidos através da aplicação da vistoria técnica e do cálculo da acessibilidade espacial no eixo viário analisado.

Em relação à análise da vistoria técnica sobre o *tema Qualidade de Conforto,* observa-se que os piores problemas foram encontrados nas quadras 6A e 1B e estavam relacionados aos seguintes indicadores: Características do material utilizado no revestimento do pavimento e Estado de conservação da superfície.

A análise do *tema Qualidade de Segurança* mostrou que as quadras 1A, 5A, 2B e 3B apresentaram os piores resultados, pois não possuíam sinalização e rampas. E sobre o *tema Qualidade do Ambiente* a *ausência de arborização* e a *presença de mobiliário fora da faixa de serviço* foram encontradas nas quadras 4A e 2B respectivamente.

A figura 4 apresenta a forma de registro dos problemas de acessibilidade espacial encontrados no eixo viário analisado. As imagens referem-se às calçadas da *quadra 1*(*eixo B*). Os números presentes em cada imagem indicam cada problema identificado. Esta numeração segue a ordem apresentada nas tabelas 2, 3, e 4.

Figura 2 – Problemas de acessibilidade espacial identificados na quadra 1B(eixo B)



Na sequência foi calculado o índice de acessibilidade espacial para cada face de quadra e o índice geral para as 15 quadras. A tabela 5 apresenta estes resultados.

Tabela 5 - Índice de acessibilidade espacial por quadra, por tema e geral

		Qualidade de conforto	Qualidade de segurança	Qualidade do ambiente	Índice de Acessibilidade Espacial (IA) por quadra
	Peso	**0,45**	**0,35**	**0,2**	
EIXO A	**1ª**	0,27	0,00	0,80	**0,28**
	2ª	0,60	0,09	0,75	**0,45**
	3ª	0,46	0,09	0,90	**0,42**
	4ª	0,26	0,09	0,50	**0,25**
	5.1A	0,47	0,00	0,80	**0,37**
	5.2A	0,47	0,26	1,00	**0,50**
	6ª	0,23	0,08	0,80	**0,29**
	7ª	0,54	0,27	1,00	**0,54**
EIXO B	**1B**	0,12	0,27	1,00	**0,35**
	2B	0,35	0,00	0,45	**0,25**
	3B	0,50	0,00	0,65	**0,35**
	4B	0,76	0,09	0,65	**0,50**
	5B	0,60	0,17	0,80	**0,49**
	6B	0,41	0,15	0,75	**0,39**
	7B	0,51	0,09	0,75	**0,41**
IA (tema)		**0,19**	**0,04**	**0,15**	
IA GERAL – 0,39					

Para facilitar a avaliação do grau de acessibilidade das faces das quadras deste eixo viário foram adotados os seguintes parâmetros: calçada acessível (trecho com acessibilidade maior que 70%, representado na cor verde); calçada parcialmente acessível (trecho com acessibilidade entre <70% e >35%, representado na cor laranja) e calçada não acessível (trecho com acessibilidade <35%, representado na cor vermelha).

De acordo com os dados apresentados na tabela 5, analisando individualmente as faces das quadras dos eixos A e B observa-se que em relação ao tema *Qualidade de Conforto* as menores pontuações - até 0,35 pontos, foram obtidas nas quadras 1A, 4A, 6A, IB e 2B. Nestas quadras os indicadores que contribuíram para esta baixa avaliação foram: estado de conservação geral dos pavimentos das calçadas, tipo de material implantado nos pavimentos e grande variação do perfil longitudinal. Em relação ao perfil longitudinal, ressalta-se que em parte deste eixo viário a topografia é muito acidentada e os comerciantes e residentes não implantaram o acesso às edificações considerando as regras de acessibilidade, até mesmo pelo fato de não haver lei de acessibilidade na cidade ou fiscalização. Este fato implica na segurança física do pedestre, e ainda é agravado, pois a maioria dos pisos encontrados no local são muito lisos ou escorregadios quando molhado.

Em relação ao tema *Qualidade de Segurança*, verificou-se que as calçadas de todas as quadras obtiveram um índice menor que 0,35. A ausência de sinalização e de rampas acessíveis nos cruzamentos, assim como a falta de semáforos nos dois lados da via, e a ausência de sinalização tátil e sonora justificam a baixa pontuação e influenciaram de forma negativa os índices calculados.

O terceiro tema *Qualidade do Ambiente*, diferentemente da categoria anterior, todos os valores obtidos encontravam-se acima de 0,35 pontos. A presença de mobiliário urbano localizado dentro da faixa de serviço e a arborização presente na maioria das quadras contribuíram para a avaliação positiva deste tema.

A análise do IA por face de quadra mostrou que 40% das quadras foram consideradas não acessíveis, 60% parcialmente acessíveis e nenhuma quadra foi considerada acessível (tabela 5 e figura 6). O cálculo geral do índice de acessibilidade espacial deste eixo viário foi de 0,39; este resultado enfatiza que a infraestrutura para pedestres, encontrada neste local precisa ser melhorada para permitir que todos os usuários possam se deslocar com conforto e segurança.

A figura 6 apresenta um mapa síntese dos resultados obtidos em cada quadra analisada e a figura 7 alguns problemas de acessibilidade espacial encontrados no eixo viário analisado.

Figura 3 - Mapa de Indicadores de Acessibilidade em escala de cores da Avenida Tiradentes

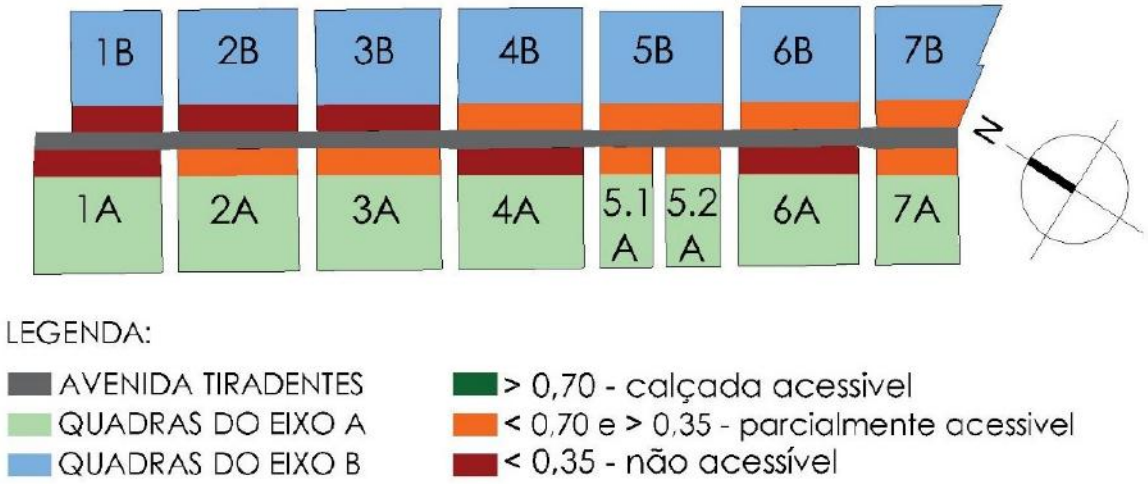


Figura 4 - Exemplos de problemas relacionados ao tema qualidade de conforto e segurança encontrados nas calçadas do eixo viário analisado



4 CONCLUSÃO

A adequação das calçadas em relação à acessibilidade espacial é um fator determinante para se ter deslocamentos mais seguros para todas as faixas etárias, independente da restrição de mobilidade de seus usuários.

Os resultados obtidos na avaliação deste estudo de caso mostraram que as calçadas analisadas não estão de acordo com as premissas da acessibilidade; portanto não atendem a legislação estadual e federal. É

necessário que a administração pública faça uma intervenção neste local adequando-o as normas de acessibilidade vigentes no país.

Em relação à metodologia utilizada, ela permitiu identificar os problemas de acessibilidade espacial enfrentados diariamente pelos pedestres em relação à qualidade de conforto, qualidade de segurança e qualidade do ambiente. Muitos dos problemas identificados refletem a falta de fiscalização por parte dos órgãos administrativos competentes. Embora o município não tenha uma legislação específica sobre a acessibilidade, a lei estadual e federal pode e deve ser aplicada para que se tenha uma maior qualidade e segurança espacial. Como desdobramento futuro desta pesquisa é necessário que se realize um estudo mais aprofundado para a definição dos pesos de cada indicador e tema.

Espera-se que o resultado desta pesquisa possa contribuir para a realização de um diagnóstico da qualidade da microacessibilidade na área central da cidade de Pederneiras e assim contribuir para a definição de políticas municipais para adequação da infraestrutura destinadas aos pedestres.

REFERÊNCIAS

ANTP – Associação Nacional de Transportes Públicos. XII Congresso Brasileiro de Transporte e Trânsito, 2002. Disponível em http://www.antp.org.br

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos- Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2015.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Brasil Acessível**. Programa brasileiro de acessibilidade urbana. Cadernos 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Secretaria Nacional de Transporte e da Mobilidade Urbana. Brasília, 2007.

DISCHINGER, M., BINS ELY, V.H.M. e PIARDI, S. M. D. G. **Manual de acessibilidade. Promovendo acessibilidade espacial nos edifícios públicos.** Florianópolis, 2012.

FERREIRA, M. A. G; SANCHES, S. P. Proposal of a sidewalk accessibility index. **Journal of Urban and Environmental Engineering**. 1(1) (2007) 1-9.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Informações sobre número de habitantes e extensão territorial.** Disponível em http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=353670, último acesso em 29 de outubro de 2015.

Magagnin, R.C. Os planos diretores municipais do Estado de São Paulo e a questão da mobilidade urbana: estudo de caso sobre algumas cidades de médio porte paulista. **Relatório Final de Pesquisa Regular**. FAPESP. 2014.

MAGANIN, R.C.; VANDERLEI, C. B. Em busca de cidades acessíveis: cálculo do grau de acessibilidade para a infraestrutura destinada aos pedestres na Avenida Duque de Caxias em Bauru (SP). **Anais...** IV Encontro Nacional de Ergonomia do Ambiente Construído e V Seminário Brasileiro de Acessibilidade Integral. Florianópolis/SC. 2013.

PARK, Sungjin. **Defining, measuring, and evaluating path walkability, and testing its impacts on transit users' mode choice and walking distance to the station**. University of California Transportation Center. University of California, Berkeley. UCTC Dissertation No. 150. 2008.

Prefeitura Municipal de Pederneiras. **História e mapas do município**. Disponível em http://www.pederneiras.sp.gov.br/ último acesso dia 29 de outubro de 2015.

SILVA, C.O. **Cidades concebidas para o automóvel: mobilidade urbana nos planos diretores posteriores ao estatuto da cidade.** Dissertação (Mestrado). Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de Brasília. 2009.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ANÁLISE DE PADRÕES DE FISSURAÇÃO PRESENTES EM ELEMENTOS ESTRUTURAIS A PARTIR DE REGRESSÃO LOGÍSTICA PARA AMOSTRAS DESBALANCEADAS[1]

BERR, Letícia (1); BAZZAN, Jordana (2); DADALT, Débora (3); FORMOSO, Carlos (4)

(1) UFRGS, e-mail: leticiaberr@gmail.com; (2) UFPEL, e-mail: jordanabazzan@gmail.com; (3) UFRGS, e-mail: deborardadalt@gmail.com; (4) UFRGS, e-mail: formoso@ufrgs.br

RESUMO

O presente trabalho propõe avaliar o quanto as características de empreendimentos horizontais e verticais podem estar relacionadas a um determinado padrão de fissuração, neste caso a fissuração horizontal nas paredes próximas às lajes, resultantes da exposição a gradientes térmicos. Utilizando um recorte de pesquisa de caso controle, o presente estudo baseia-se no uso de técnicas de tratamento amostral para análise de amostras desbalanceadas e regressão logística, ao considerar que as fissurações são problemas de elevada importância e baixa ocorrência. Para o referido padrão de fissuração foi empregado um tratamento amostral (a priori) e elaborou-se um modelo ajustado fundamentado nas variáveis que mais se relacionam com a presença das fissuras. Como resultados, apresentam-se a formulação de uma equação ajustada para a obtenção de informações do padrão de fissuras. O estudo possibilitou combinar variáveis de características gerais dos empreendimentos, fornecendo Informações que podem ser úteis em definições de projeto, especificações construtivas e para a formulação de um manual de uso e manutenção da edificação, mais adequados à solução construtiva adotada.

Palavras-chave: Fissuras. Manifestação patológica. Razão de chances. Regressão logística. Amostra desbalanceada.

ABSTRACT

This paper proposes to assess how horizontal and vertical project features may be related to a particular pattern of cracking, in this case, the horizontal cracks on the walls next to slabs, resulting from exposure to thermal gradients. Using a case-control research clipping, this study is based on the use of sample treatment techniques for analysis of rare data and logistic regression samples, considering that the cracks are problems of high importance and low occurrence. For this data, a sample treatment technique (a priori) from a computer package was used. For the chosen cracking pattern an adjusted model was produced based on the variables that are most related to the presence of cracks. As a result, this paper presents the formulation of an equation set for obtaining information on the crack patterns. This investigation made it possible to combine location variables and general project features, providing information that may be useful in project settings, building system specifications, and can also contribute to the formulation of a guidebook for building use and maintenance best suited to the building solution adopted.

---

[1] BERR, Leticia; BAZZAN, Jordana; DADALT, Débora; FORMOSO, Carlos. Análise de padrões de fissuração presentes em elementos estruturais a partir de regressão logística para amostras desbalanceadas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Cracks. Defects. Odds ratio. Logistic regression. Sample unbalanced.*

1 INTRODUÇÃO

Para Georgiou (2010) os dados sobre a qualidade e mesmo sobre os defeitos identificados longo de sua vida útil em edificações, são de difícil obtenção e processamento. Por este fato, análises mais robustas do comportamento das construções tornam-se inviáveis sem uma estrutura estabelecida para a análise dos dados, comprometendo a tomada de decisões de forma assertiva nas organizações (GEORGIOU, 2010).

Para Koskela (1992) esta dificuldade está relacionada ao distanciamento temporal entre a causa de uma falha e a detecção do seu efeito. Dentre as diferentes manifestações patológicas, a ocorrência de fissuras tem importância devido ao comprometimento do desempenho das edificações em serviço, provocando outras falhas relacionadas à estanqueidade, isolamento acústico, além de reduzir a durabilidade dos edifícios (THOMAZ, 1989), o que sugere a necessidade de acompanhamento de seu comportamento.

Assim, informações obtidas de forma estruturada sobre a ocorrência de falhas em empreendimentos existentes pode contribuir para a mitigação destas em empreendimentos futuros (MACARULLA et al., 2013). O que possibilita retroalimentar as etapas de projeto e produção das edificações, incluindo as relações com outras manifestações patológicas, mas também avaliações das características gerais dos empreendimentos como tipologia, segmento de mercado e localização.

O presente trabalho propõe avaliar o quanto as características (variáveis explicativas), de empreendimentos horizontais e verticais, podem ser relacionadas com um determinado padrão de fissuração (desfecho), neste caso a fissuração horizontal nas paredes próximas às lajes, resultantes da exposição a gradientes térmicos. Utilizando um recorte de pesquisa de caso controle, o presente estudo baseia-se no uso de tratamento amostral para análise de amostras desbalanceadas e regressão logística, ao considerar que as fissurações são problemas de elevada importância e baixa ocorrência.

2 O MECANISMO DE FORMAÇÃO DAS FISSURAS

A formação das fissuras inicia com a exposição do edifício às variações diárias de temperatura que exercem movimentações térmicas diferenciais nos diferentes materiais empregados (THOMAZ, 1989). Os movimentos de expansão e retração dos materiais são restringidos pelos vínculos entre elementos e componentes das edificações, os quais podem provocar o surgimento das fissuras (THOMAZ; HELENE, 2000; THOMAZ, 1989). No caso de fissuras por movimentação térmica, para os mesmos autores, estas podem ocorrer devido às solicitações térmicas diferenciais entre as partes da cobertura (lajes, vigas ou cintas de respaldo) com as vedações verticais de uma edificação. Como forma de conter ou controlar a ocorrência destas

fissuras são recomendadas soluções técnicas como a criação de juntas de movimentação em lajes, juntas de controle em paredes, bem como juntas deslizantes entre lajes de cobertura e alvenarias (POZZOBON, 2003; RICHTER, 2007; THOMAZ; HELENE, 2000; THOMAZ, 1989).

3 REGRESSÃO LOGÍSTICA

A regressão logística é uma técnica de análise multivariada cujo objetivo principal é encontrar o melhor modelo para descrever a relação entre uma variável categórica e dependente (desfecho) com um conjunto de variáveis independentes (explanatórias) (HOSMER; LEMESHOW, 2000). Segundo Hair *et al.* (2005), a regressão logística difere da regressão múltipla por prever diretamente a probabilidade de um evento ocorrer. Para Hosmer *et al.* 2000, a distinção para um modelo de regressão linear é que a variável resultado na regressão logística é binária, e esta diferença reflete-se tanto na escolha de um modelo paramétrico quanto nas suposições feitas.

4 ANÁLISE DE AMOSTRAS DESBALANCEADAS

Para Tomz, King e Zeng (2001) análises estatísticas de variáveis dependentes de dados binários, contendo eventos raros são comuns em áreas de pesquisa das ciências sociais, e são consideradas de difícil explicação e previsão.

Embora as propriedades estatísticas dos modelos de regressão linear sejam invariantes à média (incondicional) as propriedades estatísticas de amostras com distribuição normal são distintas de amostras com características de dados binários (TOMZ; KING; ZENG, 2001). A média de uma variável binária é a frequência relativa do evento nos dados, mas constitui também o conteúdo de informação do conjunto de dados e que tem impacto na análise de dados com eventos raros (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Como exemplo, para os referidos autores, os coeficientes de regressão logística são tendenciosos em amostras pequenas (menores que 200), mas no caso de grandes amostras, contendo eventos raros, a tendência de probabilidades para a direção do não evento também podem ser significativas. Assim, a probabilidade de estimar os eventos torna-se ainda menor (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Como alternativa de adequação amostral, podem-se coletar todos os dados de eventos e utilizar uma pequena amostra aleatória de não eventos, sem perder a consistência ou mesmo a eficiência em relação à amostra total (TOMZ; KING; ZENG, 2001). Esta reestruturação amostral altera o recorte do estudo para um caso-controle e as técnicas estatísticas relacionadas.

5 MÉTODO

Este estudo utilizou dados referentes às diversas manifestações patológicas, incluindo diferentes padrões de fissuras coletados em campo em 224 unidades habitacionais em uso, entre as tipologias de apartamentos (156) e casas (68), relacionadas a 16 empreendimentos no Estado do Rio Grande do

Sul. Os dados utilizados neste trabalho foram selecionados (Tabela 1) devido à baixa frequência de ocorrência observada em campo e que podem ter relação com o padrão de fissuração escolhido para análise.

Tabela 1 – Manifestações patológicas de baixa ocorrência na amostra

Padrões de fissuração	Evento	Não Evento	Proporção
Fissuras horizontais em paredes próximas às lajes	47	177	20,98%
Fissura em laje alinhada às tubulações embutidas	8	216	3,57%
Fissura entre painéis de laje pré-moldados	64	160	28,57%
Fissuras em lajes próximas ao *shaft*	1	223	0,45%

Fonte: Os autores

A variável - Fissuras horizontais em paredes próximas às lajes (FHPL) - foi escolhida para a elaboração da regressão logística ajustada por sua importância na análise de movimentações térmicas e pela possibilidade de avaliar a sua relação com outras variáveis devidamente apresentadas na figura 2.

Figura 1 - Variáveis explicativas utilizadas no estudo

Variável explicativa	Categorias de resposta	
Orientação solar	Categórica	N - S - L – O – NO – NE – SO - SE
Fissuras entre painéis de laje pré-moldados (FPLP)	Binária	Evento- não evento
Fissura em laje alinhada às tubulações embutidas (FLAT)	Binária	Evento – Não evento
Pavimento	Categórica	Primeiro–intermediários-último
Tipologia	Categórica	Casas-Apartamentos
Região	Categórica	AUSul – RMPA
Empreendimento	Categórica	18 empreendimentos
Faixas do programa	Categórica	Faixa I - Faixa II

Fonte: Os autores

Todas as análises estatísticas deste trabalho foram elaboradas com o auxílio do *software* livre "*R*" com os pacotes *epiR, epicalc, Zelig, rcmd, corrplot*. O pacote estatístico *Zelig* (CHOIRAT *et al*., 2016) organiza os dados a partir da técnica de distribuição amostral (*à priori*) como forma de ajustar os dados para um estudo de caso controle antes de efetuar a regressão logística (CHOIRAT *et al*., 2016). A aplicação da regressão logística segue as etapas propostas por Hair *et al.* (2005) e o tratamento da amostra para dados raros proposto por Tomz, King e Zeng (2001). Ao final se apresenta o modelo ajustado para a variável desfecho e a razão de chances de ocorrência do desfecho.

6 RESULTADOS

6.1 Razão de chances a partir da regressão logística

Uma forma de analisar a ocorrência do evento é através da razão de

chances (RC), dada pela divisão do fator de exposição (variável explicativa) em dois grupos, caso ou controle (VIGO *et al*., 2015).

A RC foi calculada para a variável de estudo "Fissura horizontal em paredes próximo às lajes (FHPL)" com o fator de exposição "pavimento", ao considerar que a possibilidade de ocorrência desta fissura é maior no último pavimento, devido ao gradiente térmico diferencial neste, com relação aos demais.

A RC obtida a partir da técnica de regressão logística possibilita extrair a RC por coeficientes estimados, bastando uma transformação exponencial destes para se obter a RC. A Tabela 2 apresenta os resultados para o ajuste.

Tabela 2 - Cálculo da RC por regressão logística

Modelo ajustado de fissuração horizontal nas paredes próximo às lajes com a variável pavimento							
Variável	**Coeficiente**	**Erro Padrão**	***Z value***	**P>Z**	***RC***	***RC IC_I***	***RC IC_S***
Pavimento	0,5775	0,2369	2,438	0,0148	1,78	1,2080	2,6275

Fonte: Os autores

No ajuste por regressão logística, a RC de 1,78 significa que a cada pavimento superior há um aumento de 78% na possibilidade de ocorrência da fissura.

6.2 Ajustes dos modelos individuais

As variáveis explicativas foram selecionadas conforme o ajuste individual de cada variável em relação ao desfecho, em que o parâmetro estabelecido para a seleção foi o *z-value* e o valor de *p*, devidamente apresentado na Tabela 3

Tabela 3 – Modelos individuais ajustados com cada variável explicativa

Modelos individuais ajustados de FHPL							
Variável	**Coeficiente**	**Erro Padrão**	***Z value***	**P>Z**	***RC***	***RC IC_I***	***RC IC_S***
Pavimento	0,5775	0,2369	2,438	0,0148	1,78	1,2080	2,6275
Tipologia	0,01888	0,3583	0,053	0,958	1,02	1,0787	1,4910
Empreendimento	-0,14483	0,039493	-3,667	0,0002	0,87	0,5662	1,8340
Faixa de renda	1,6808	0,4164	4,037	0,00005	5,37	0,8109	0,9231
Região	-0,446	0,3302	-1,351	0,177	0,64	2,7126	10,6302
Orientação Solar	0,007978	0,075829	0,105	0,91621	1,01	0,3725	1,1002
FLAT	0,3949	0,8335	0,474	0,636	1,48	0,8901	1,1415
FPLP	0,6895	0,3437	2,006	0,0449	1,99	0,3783	5,8231

Fonte: Os autores

6.3 Teste Wald

A estatística Wald mede a significância da variável independente através de seu coeficiente ajustado, e, como interpretação, um coeficiente nulo indica que a variável independente não tem associação sobre a variável

dependente (Hair *et al.,* 2005). O teste de *Wald* é realizado através do parâmetro *z value* (divisão do coeficiente da variável independente pelo seu erro padrão). O *z value* segue uma distribuição normal em que é possível se obter o valor de *p* (HOSMER; LEMESHOW, 2000). Neste trabalho, fixamos um intervalo de confiança de 90% com $\alpha = 0{,}10$.

As variáveis, pavimento, empreendimento, faixa de renda e FPLP apresentaram valores inferiores ($p<0{,}10$) ao nível de significância estabelecida, indicando adequação da variável para o ajuste do modelo.

Já as variáveis, tipologia, região, orientação solar e FLAT apresentaram valores de *p* superiores ao estabelecido, não apresentando adequação para o modelo global.

Cabe destacar que, o intervalo de confiança do RC em regressão logística não devem conter o valor 1 (CABRAL, 2013) pelo fato da escala neste tipo de regressão ser logarítmica, em que, a exponencial de 0 é igual a 1 ($e^0=1$). Desta forma, as variáveis que foram excluídas pelo primeiro critério também seriam excluídas pelo fato de o valor 1 estar incluído no intervalo de confiança.

6.4 Ajuste do modelo Global

Após seleção dos fatores de exposição (variáveis explicativas), o ajuste global foi realizado. A Tabela 4 apresenta o ajuste de um único modelo composto pelas variáveis selecionadas.

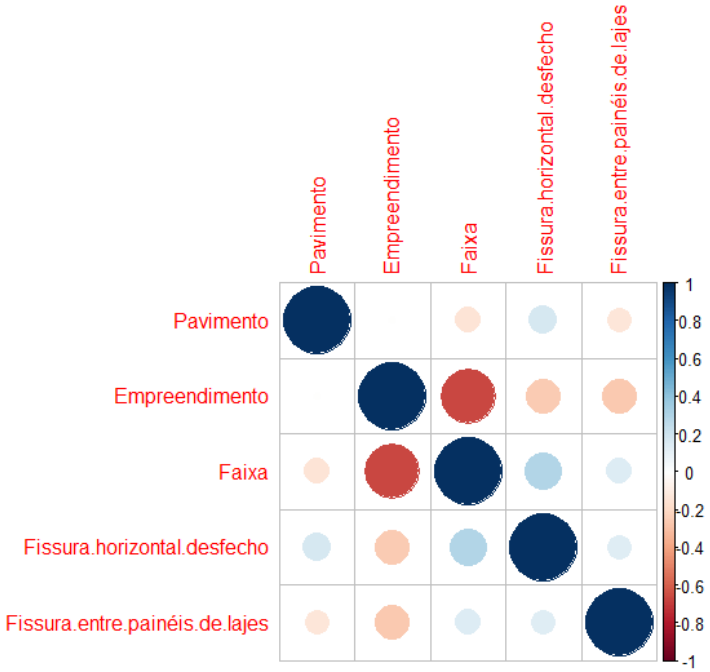
Tabela 4 – Primeiro Modelo Global ajustado pela regressão logística

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	*Z value*	P>Z	*RC*	*RC IC_I*	*RC IC_S*	
Pavimento	0,83726	0,26607	3,1468	0,00165	2,31	1,4932	3,5737	**Ajuste 1**
Empreendimento	-0,03705	0,05144	-0,7203	0,47134	0,96	0,8857	1,0484	
Faixa	1,60388	0,51958	3,0869	0,00202	4,97	2,1207	11,6580	
FPLP	0,55431	0,39036	1,4200	0,15561	1,74	0,9177	3,3019	

Fonte: Os autores

No ajuste global, a variável empreendimento foi retirada devido ao valor de *p* acima do esperado, e pela alta correlação com a variável faixa de renda, em torno de 0,66 conforme é possível observar na figura 4. Segundo HAIR *et al*. (2005), a regressão logística é sensível à correlações, assim a colinearidade deve ser evitada.

Figura 2 - Correlações entre variáveis do estudo



Fonte: Os autores - com o uso *software livre "R" pacote Corrplot*

Também a FPLP deve ser retirada por apresentar elevado *p-value*. Contudo, identifica-se uma relação inversa desta com a FHPL, uma vez que esta última é uma fissura projetada para controle das movimentações da laje, assim, aplicamos o teste da razão de verossimilhança (TRV) e o Critério de Informação de Akaike (AIC), a fim de avaliar a permanência desta variável.

6.5Teste da Razão de verossimilhança – TRV – desvio residual

Para determinar a permanência da variável explicativa FPLP e validar o modelo, aplicou-se teste da razão da verossimilhança (TRV) para avaliar a explicação desta variável sobre o ajuste do modelo. O TRV segue uma distribuição qui-quadrado (CAMPOS, 2007), e é um teste de hipóteses que compara a qualidade do ajuste entre dois modelos, sendo um dos modelos com a variável a ser avaliada e outro sem a mesma.

Os valores de *p-value* apresentaram-se mais adequados no modelo contendo a variável explicativa em análise (Ajuste 2) do que sem a variável (Ajuste 3).

Tabela 5 - Segundo e terceiro Modelo Global ajustado pela regressão logística

Variável	Coeficiente	Erro Padrão	Z *value*	P>Z	*RC*	*RC IC_I*	*RC IC_S*	
Pavimento	0,8508	0,2657	3,2021	0,00137	2,34	1,5144	3,6203	**Ajuste 2**
Faixa	1,8132	0,4356	4,1625	0,00005	6,13	3,0006	12,523	
FPLP	0,6133	0,385	1,5930	0,11118	1,85	0,9821	3,4719	
Pavimento	0,8149	0,2565	3,1770	0,00149	2,26	1,4833	3,4403	**Ajuste 3**
Faixa	1,9292	0,4334	4,4513	0,000008	6,88	3,3819	14,0129	

Fonte: Os autores

A regressão logística apresentou os seguintes resultados para os ajustes do modelo global:

a) Com a variável FPLP (Ajuste 2) - desvio residual = 193.67 com 220 graus de liberdade.
b) Sem a variável FPLP (Ajuste 3) – desvio residual = 196.29 com 221 graus de liberdade.

O desvio residual é duas vezes a diferença dos logaritmos da verossimilhança do modelo saturado e do modelo ajustado (CAMPOS, 2007).

O modelo saturado é aquele com ajuste perfeito para todos os dados (modelo hipotético com parâmetros para cada ponto de dados), enquanto que o modelo ajustado é aquele que está sendo avaliado.

A diferença entre os desvios residuais dos dois ajustes propostos resulta no TRV. Os graus de liberdade a serem considerados para encontrar o valor de p na distribuição qui-quadrado é a diferença dos graus de liberdade dos dois resíduos, ou seja, para nosso teste é 1. Como resultado, o teste TRV resultou em 2,62 com 1 grau de liberdade contendo *p-value* igual a 0,1055.

Este valor encontrado pelo TRV está mais próximo do nível alfa estabelecido para o estudo ($\alpha = 0{,}10$) do que o valor encontrado pelo Teste *Wald*, logo, é possível aceitar a continuidade da variável FPLP no modelo.

6.6 Critério de Informação de Akaike (AIC)

Ainda, para comparar os modelos ajustados e a importância da variável FPLP, utilizamos também como parâmetro de qualidade de ajuste o critério de Informação de Akaike (AIC). Este critério fornece uma pontuação baseada na adequação dos dados e na ordem do modelo (SOBRAL; BARRETO, 2011), ou seja, o que se procura é uma quantidade de variáveis independentes (ordem) que consiga explicar satisfatoriamente os dados. Entre os modelos, deve ser escolhido aquele que apresentar menor valor de AIC.

O ajuste 2 obteve melhor adequação no valor de AIC com 201,67 em comparação com o ajuste 3 com AIC de 202,29. Portanto, conforme este critério, novamente o ajuste 2 se adequou melhor, o que sugere a permanência desta variável.

6.7 Teste da Razão de verossimilhança - TRV - desvio nulo

Para validar o modelo utilizamos também o TRV, a partir do resultado do desvio nulo com o emprego do *software* livre "*R*" com o pacote *Zelig*.

O desvio nulo é duas vezes a diferença do logaritmo entre o modelo saturado e o modelo nulo. O modelo nulo nada mais é do que aquele que apenas considera o intercepto ou constante do modelo.

O modelo a validar é o modelo ajustado 2 que foi escolhido conforme os critérios anteriormente aplicados a partir do desvio residual:

a) desvio nulo = 230,15 com 223 graus de liberdade.

A subtração do desvio residual obtido no TRV com relação ao desvio nulo resulta na diferença entre o modelo nulo e o modelo ajustado, avaliando, desta forma a explicação das variáveis para a ocorrência do desfecho modelada.

A subtração do desvio nulo com relação ao desvio residual do modelo ajustado 2 resultou em 36,48, com 3 graus de liberdade, visto que os graus de liberdade para o desvio nulo é de 223 e para o desvio residual é de 220.

Para um TRV de 36,48 com 3 graus de liberdade, conforme a distribuição qui-quadrado tem-se valor de *p* igual a $5{,}92.e^{-8} < \alpha$ o qual indica que as variáveis do modelo ajustado 2 explicam adequadamente o desfecho.

6.8 Modelo Final

A Equação refere-se ao modelo final para a análise do desfecho FHPL. Esta equação possibilita avaliar a ocorrência do referido desfecho com diferentes combinações das variáveis explicativas.

Equação 1 - Equação do modelo para a análise do desfecho

$$P(x) = \frac{1}{1 + e^{-(-4{,}6433+0{,}8508*x1+1{,}8132*x2+0{,}6133*x3)}} \quad (1)$$

Em que:

x1 = Pavimento
x2 = Faixa de renda
x3 = FPLP
Intercepto = -4,6433
P(x) = Desfecho

Para estimarmos a probabilidade de ocorrência da fissura horizontal nas paredes próximas às lajes para um apartamento localizado no quinto pavimento (últimos pavimentos onde X1 = 3), pertencente a um empreendimento destinado à população com faixa de renda inferior a R$1600,00 reais (X2 = 1) e ainda, neste apartamento não apresentar a ocorrência de FPLP (X3 = 0) aplicamos os valores das variáveis na equação 1 (Equação 2). Esta ausência da fissura projetada pode sugerir outra solução técnica para as lajes.

Equação 2 - Exemplo de uso da equação 1

$$P(x) = \frac{1}{1+e^{-(-4{,}6433+0{,}8508*3+1{,}8132*1+0{,}6133*0)}} = 0{,}4310 \quad (2)$$

Deste modo, a probabilidade de ocorrência da fissura próxima às lajes para apartamento do quinto andar, pertencente a faixa de renda I e ausência de FPLP é de 43,10%.

7 CONCLUSÃO

Este trabalho propôs avaliar o quanto as características (variáveis explicativas), de um empreendimento, podem ser relacionadas com um determinado padrão de fissuração (desfecho), neste caso a fissuração horizontal nas paredes próximas às lajes. A técnica estatística de regressão logística se mostrou adequada para a atividade devido às características dos dados (binários e categóricos) com a possibilidade de elaboração de equações para a avaliação de padrões de fissuração com base em dados obtidos em campo. De maneira geral busca-se avaliar a ocorrência de manifestações patológicas com base apenas em falhas antecedentes. A abordagem empregada com a regressão logística para amostras desbalanceadas possibilitou combinar variáveis de características gerais dos empreendimentos. Informações estas que podem ser úteis em definições de projeto, o estabelecimento de sistemas construtivos e soluções técnicas para manifestações patológicas específicas, bem como no estabelecimento no manual do proprietário dos cuidados de manutenção mais adequados á solução construtiva adotada.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos revisores anônimos pelos comentários que contribuíram para este artigo, bem como à BIC/UFRGS pela bolsa de iniciação científica disponibilizada.

REFERÊNCIAS

ABDUL-RAHMAN, H.; WANG, C. Preliminary approach to improve knowledge management in engineering management. **Scientific Research and Essays**, v. 5, n. 15, p. 1950–1964, 2010.

CABRAL, C.I.S. **Aplicação do Modelo de Regressão Logística num Estudo de Mercado**. 2012. 58 f. Dissertação (Mestrado em Matematica Aplica à Economia e à Gestão) – Departamento de Estatistica e Investigação Operacional, Universidade de Lisboa.

Campos, A. O. R. **Aplicação da Regressão Logística na Modelagem da Quantidade de Sessões de Fisioterapia em Pacientes do Instituto de Assistência a Saúde dos Servidores do Estado do Pará – IASEP**. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Bacharelado em Estatística), UFPA, Belém.

CHOIRAT, C. et al. **relogit: Rare Events Logistic Regression for Dichotomous Dependent Variables**in Christine Choirat, James Honaker, Kosuke Imai, Gary King, and Olivia Lau, "Zelig: Everyone's Statistical Software," 2016. Disponível em: <http://zeligproject.org/>

FIESS, J. R. et al. **Causas da ocorrência de manifestações patológicas em conjuntos habitacionais do Estado de São Paulo**I CONFERÊNCIA LATINO-AMERICANA DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL X ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. **Anais**...São Paulo: 2004

FORCADA, N. et al. Knowledge management perceptions in construction and design companies. **Automation in Construction**, v. 29, p. 83–91, 2013.
GEORGIOU, J. Verification of a building defect classification system for housing. **Structural Survey**, v. 28, n. 5, p. 370–383, 2010.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados**. A. S. Sant'Anna & A. C. Neto (Trad.). Porto Alegre: Bookman, 2005.

HOSMER, D. W.; LEMESHOW, S. **Applied Logistic Regression**. 2nd ed ed. New York: John Miley & Sons, Inc., 2000.

JOSEPHSON, P. E.; HAMMARLUND, Y. Causes and costs of defects in construction a study of seven building projects. **Automation in construction**, v. 8, n. 6, p. 681–687, 1999.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction Technology**. Stanford University - Center for Integrated Facility Engineering (CIFE Technical Report, n. 72) 1982.

MACARULLA, M. et al. Standardizing Housing Defects: Classification, Validation, and Benefits. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n. 8, p. 968–976, 2013.

MELHADO, S. B. **GESTÃO, COOPERAÇÃO E INTEGRAÇÃO PARA UM NOVO MODELO VOLTADO À QUALIDADE DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS.** São Paulo, 2001. Tese (Livre-Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Construção Civil.

POZZOBON, M. A. **O processo de monitoramento e controle estrutural**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Santa Maria, 2003.

RICHTER, C. **Qualidade da alvenaria estrutural em habitações de baixa renda: uma análise da confiabilidade e da conformidade**. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, RS-Brasil, 2007.

SOBRAL, T. E. L.; BARRETO, G. Análise dos criterios de informação para a seleção de ordem em modelos auto-regressivos. **Conferência Brasileira de Dinâmica, Controle e**

Aplicações, vol.1, n.único, p.379-382. São Paulo, 2011. http://dincon.org.br/doi/10.5540/DINCON.2011.001.1.0097 acessado em 21/04/2016.

THOMAZ, E. **Trincas em edifícios: causas, prevenção e recuperação. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Instituto de pesquisas e técnologia - IPT**. São Paulo: PINI, 1989.

THOMAZ, E.; HELENE, P. R. DO L. **Qualidade no projeto e na execução de alvenaria estrutural e de alvenarias de vedação em edifícios**. São Paulo: Universidade de São Paulo - Escola Politécnica (BT/PCC/252) 2000.

TOMZ, M.; KING, G.; ZENG, L. Logistic regression in rare events data. **International Organization**, v. 55, n. 3, p. 693–715, 2001.

VIGO, *et al.* **Métodos estatísticos para análise de desfechos binários usando o R**. Apostila do curso de extensão à distância via Moodle. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2015.

YUSOF, M. N.; BAKAR, A. H. A. Knowledge Management and Growth Performance in Construction Companies: A Framework. **Procedia - Social and Behavioral Sciences**, v. 62, p. 128–134, 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ANÁLISE DOS EFEITOS DE RUÍDOS COMUNS AO AMBIENTE CONSTRUÍDO NO SENTIMENTO DOS USUÁRIOS[1]

PENTEADO, Ana Paula Bonini (1); IAROZINSKI NETO, Alfredo (2)

(1) UTFPR, email: anapaula_bpenteado@hotmail.com; (2) UTFPR, email: alfredo.iarozinski@gmail.com

RESUMO

Ao perceber um ambiente, cada indivíduo o faz de maneira distinta, sendo que 20% daquilo que o indivíduo percebe têm relação com a percepção sonora. Dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo verificar e analisar os sentimentos dos indivíduos em relação aos ruídos comuns em ambientes construídos. Para a obtenção dos dados foi desenvolvido um experimento composto por um questionário, onde foram apresentados vinte sentimentos relacionados com os afetos positivos e negativos da escala PANAS (*Positive and Negative Affect Schedule*) e quatro ruídos (passos com salto alto, choro de criança, trânsito e barulho de obra) presentes nos ambientes construídos. O experimento foi conduzido de forma que, ao ouvir o ruído, os indivíduos deveriam preencher a intensidade sentida para cada um dos vinte sentimentos. Observou-se que em todos os ruídos apresentados, a predominância foi de sentimentos negativos, tais como "perturbado" e "irritado". Dessa forma pode-se concluir que os aspectos de percepção do indivíduo influenciam o sentimento do indivíduo em relação aos ruídos presentes nos ambientes construídos. Os quatro ruídos apresentaram o mesmo padrão de sentimentos negativos, mas com pequenas diferenças.

Palavras-chave: Percepção. Ruído. Ambiente construído.

ABSTRACT

Each individual realizes an environment differently. According to empirical studies, when it comes to human perception, 20% of what the individual feels are related to sound perception. Thus, this study aims to verify and analyze the feelings of individuals in relation to common noise in built environments. To obtain the data, an experiment was developed consisting of a questionnaire, which presented twenty feelings about the positive and negative affects of the PANAS scale (Positive and Negative Affect Schedule) and four different noises (high heels steps, child crying, traffic or workforce noises) present in the built environment. The experiment was conducted so that, hearing the noise, individuals should fill the intensity felt for each of the twenty feelings. It was observed that in all the presented noise was the predominance of negative feelings such as "disturbance" and "annoyance". Thus, it can be concluded that the perception of the individual aspects influences the feeling of the person in relation to the noise present in the built environment. The four noises showed the same pattern of negative feelings, but with minor differences.

Keywords: *Perception. Noise. Built environment.*

[1] PENTEADO, Ana Paula Bonini; IAROZINSKI NETO, Alfredo. Análise dos efeitos de ruídos comuns ao ambiente construído no sentimento dos usuários. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16. 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Para Abrantes (2004), quando se interage com o ambiente, o indivíduo experimenta-o a partir de suas emoções, análises e julgamentos. Sendo assim, cada indivíduo ao interagir com o ambiente, o percebe de acordo com suas referências e experiências.

De acordo com Simões (2005), os estudos de percepção e cognição, contribuem para a realização de intervenções em um ambiente e variam de acordo com a experiência de seus usuários. As características formais, físicas e espaciais dos ambientes que são experienciados, são repletas de valores simbólicos, significados e são construídos ao longo da nossa experiência pessoal.

Segundo Reis e Lay (2006), as avaliações do ambiente físico que são realizadas através dos processos de percepção e cognição, possibilitam o estabelecimento de relações entre o ambiente físico e o indivíduo. Essas relações são baseadas em um conjunto de transações entre as experiências prévias dos seus usuários, os seus valores e motivações e os estímulos percebidos, que irão influenciar tanto nas reações físicas (comportamento), quanto nas mentais (atitudes) dos usuários, em relação ao ambiente físico.

De acordo com Santaella (2012), estudos empíricos realizados indicam que, no que diz respeito à percepção humana, 20% relaciona-se a percepção sonora do indivíduo. Com base nesse dado, optou-se por analisar a percepção sonora do indivíduo em um ambiente construído.

Tendo em vista que, cada ambiente é percebido por seus usuários de maneiras distintas, a percepção dos indivíduos foi traduzida em sentimentos negativos ou positivos e dessa forma, o presente trabalho tem por objetivo analisar como os ruídos mais comuns e presentes no ambiente construído influenciam no sentimento do indivíduo de maneira positiva ou negativa.

Sendo assim, a pesquisa se justifica pela necessidade de desenvolvimento de projetos de ambientes construídos que contemplem os aspectos relacionados à percepção dos usuários, que forneçam qualidade de vida e atendam às expectativas e às necessidades do usuário, baseadas na percepção do indivíduo em relação aos ruídos percebidos nesses ambientes.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Hall (2005), tudo que o homem é e realiza, está diretamente associado a sua experiência com o espaço construído, inclusive o sentido conferido ao ambiente é uma síntese de muitos estímulos sensoriais, associados à sua cultura. É através dos sentidos, (visão, audição, paladar, tato e olfato), que é a base fisiológica de todos os seres humanos, que a cultura fornece estrutura e significado.

Para Rheingantz e Faria (2000), a forma como o ambiente construído influencia o comportamento das pessoas permite considerar o estudo da

percepção e do comportamento ambiental, que são fundamentais para se compreender as inter-relações ambiente x homem.

De acordo com Reis e Lay (2006), a cognição ambiental está relacionada com a memória e com o aprendizado, através do armazenamento, organização, reconstrução e chamamento de imagens e atributos ambientais que não estão disponíveis no ambiente físico num primeiro momento. Os processos de aprendizado, memória e generalização, são fundamentais no desenvolvimento da capacidade dos indivíduos de adaptar suas atividades a um dado ambiente construído, através de intervenções físicas, as suas necessidades.

Para Ely (2003), a influência do ambiente construído no comportamento do indivíduo está relacionada tanto às exigências da tarefa a ser realizada no ambiente, como às características e necessidades do usuário. Toda a atividade humana exige um determinado ambiente físico para a sua realização, e se for considerada a diversidade de atividades e a diversidade humana (habilidades diferentes), pode-se entender que as características do ambiente, podem dificultar ou facilitar a realização das atividades. Ainda segundo a autora, quando o ambiente físico responde às necessidades dos usuários, tanto em termos funcionais (físicos/cognitivos), quanto formal (psicológicos), certamente terá um impacto positivo na realização das atividades.

Segundo Reis e Lay (2006), em relação à percepção entre ambiente físico e indivíduo, tanto a análise quanto a avaliação são realizadas através da percepção e da cognição. O estabelecimento dessas relações são baseados em um conjunto de transações entre os estímulos sensoriais percebidos e as experiências prévias dos usuários, suas motivações, seus valores, que influenciam as reações físicas (comportamento) e mentais (atitudes) dos usuários em relação ao ambiente físico.

As interações entre os usuários e o ambiente urbano, que geram estímulos e influenciam as capacidades sensórios-motoras e cognitivas do observador, cujas reações dependem diretamente dos estímulos que reciprocamente dependem da presença do observador - calor, luz, cores, texturas e sons do ambiente - são sentidas pelo observador e produzem ações e comportamentos não dissociados de seu contexto histórico, cultural, social e da consciência de sua experiência no ambiente (RHEINGANTZ e ALCANTARA, 2007).

Para Okamoto (2002), é através dos estímulos provocados pelo ambiente que o comportamento humano é conduzido por uma resposta à percepção. O indivíduo tem a sensação do ambiente pelos estímulos desse meio, sem ter a consciência disso. Diante do grande número de estímulos, a mente seletiva seleciona os aspectos de interesse, ou aqueles que tenham chamado a atenção, é nessa etapa que ocorre a percepção (imagem) e a consciência (pensamento, sentimento), resultando em uma resposta que irá conduzir a um comportamento. Dessa forma, pode-se considerar que a

percepção é a resposta aos estímulos provenientes do meio, captados através dos sentidos humanos.

Okamoto (2002) considera ainda que, os sentidos humanos são os mecanismos de interface com a realidade. Assim, é a percepção ambiental que conduz o indivíduo a reconhecer o ambiente construído como realidade e a vivenciá-lo.

3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Segundo Loureiro (2002) o som é considerado uma forma de energia vibratória que ocorre no tempo com uma determinada periodicidade. Já a definição de ruído, segundo Astete (1979) apud Loureiro (2002) é qualquer som que tenha potencial para causar efeitos, no funcionamento do ouvido humano, que sejam não desejados ou nocivos no funcionamento do ouvido humano.

De acordo com a NR-15575-3 (Brasil, 2013), os ruídos podem ser classificados de duas maneiras: de impacto e aéreo. O ruído de impacto é definido como sendo o som produzido pela percussão sobre um corpo sólido e transmitido através do ar. Já o ruído aéreo é definido como o som produzido e transmitido através do ar.

Para a elaboração do experimento foram escolhidos quatro ruídos intermitentes que podem estar inseridos ou não dentro do próprio ambiente e que podem afetar ou causar desconforto no indivíduo quando este está inserido no ambiente. Dessa forma, os ruídos que fazem parte do experimento, são: barulho de trânsito (buzinas, ronco de motores), pessoa caminhando com sapato de salto alto em piso de madeira, bebê chorando e barulho de obra (betoneiras e bate-estacas).

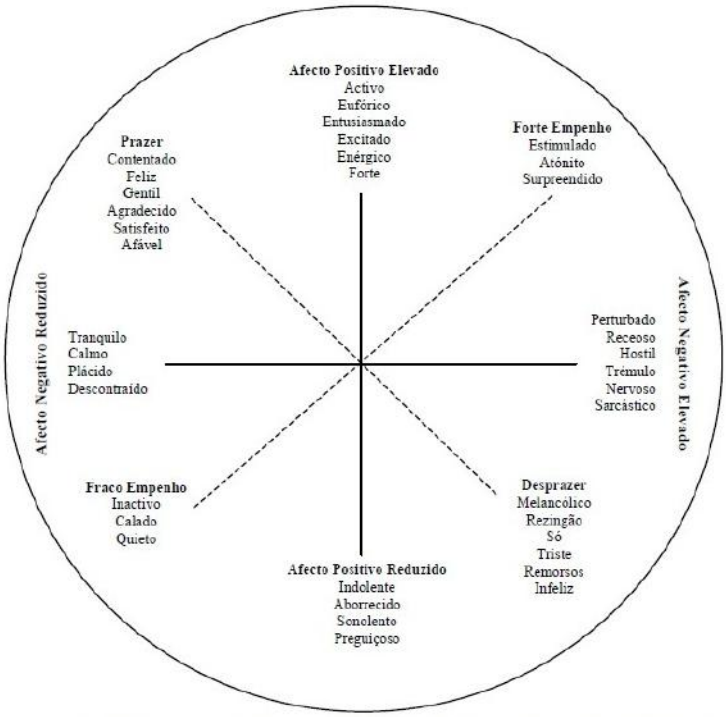
O experimento elaborado apresentou duas partes. A primeira parte do questionário consistiu em perguntas cujo objetivo era identificar o perfil do entrevistado. As perguntas visavam conhecer, basicamente: o gênero do entrevistado; a idade; o estado civil; o tipo de moradia na infância/ juventude; a condição e tipo da propriedade, com quem mora e há quantos anos mora na atual residência.

Já na segunda parte do experimento foram apresentados para os entrevistados os quatro ruídos. Através do estímulo auditivo, os entrevistados deveriam assinalar as percepções/emoções que sentiam ao ouvir os ruídos.

Foram realizadas afirmações sobre os sentimentos, baseadas na escala PANAS (*Positive and Negative Affect Schedule*) que foi desenvolvida por Watson, Clark e Tellegen (1988), para a avaliação das emoções em função de sua intensidade de ocorrência. Para o modelo PANAS (Figura1) as emoções específicas são consideradas como combinações de duas dimensões básicas. Dessa forma, o modelo circular de afeto, onde duas dimensões se cruzam resultam em diâmetros perpendiculares de um círculo. A variável do afeto representa duas dimensões - afeto positivo e afeto negativo. O afeto positivo, na medida em que uma pessoa manifesta

entusiasmo com a vida, e o afeto negativo, na medida em que a pessoa refere sentir-se indisposta ou perturbada (GALINHA, RIBEIRO; 2005).

Figura 1 – Modelo PANAS



Fonte: Galinha e Ribeiro (2005)

Os sentimentos, no modelo PANAS, são agrupados de forma que a parte superior do gráfico mostre os sentimentos relacionados com os afetos positivo elevado, prazer e forte empenho e a parte inferior do gráfico mostre os sentimentos relacionados com os afetos positivos reduzidos, fraco empenho, e desprazer.

A forma de abordagem dos afetos positivos e negativos baseou-se no estudo de Gendera et al. (2010), que realizou uma avaliação das emoções dos consumidores que participam de comunidades virtuais. Dessa forma, foram identificados vinte emoções através da escala PANAS, onde intercalaram-se os afetos positivo e negativo. Para as respostas dos entrevistados foi utilizada a escala Likert de sete pontos, pela facilidade e precisão ao se tabular os dados posteriormente.

Cada um dos quatro ruídos apresentou uma lista de vinte emoções, aos quais o entrevistado preencheu na escala de -3 a 3, sendo -3 discordo totalmente e 3 concordo totalmente.

Os ruídos foram reproduzidos na mesma intensidade durante todo o tempo que os entrevistados preenchiam o questionário, para que assim, a sensação do ruído presente no ambiente fosse o mais próximo da realidade.

O experimento foi aplicado em 120 alunos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil e reproduzido em salas de aulas do Câmpus Ecoville da

Universidade Tecnológica Federal do Paraná. O equipamento utilizado para a reprodução do ruído foi o mesmo e nas mesmas configurações, em todas as turmas.

Depois de aplicado o questionário, os dados foram tabulados e a análise dos ruídos foi realizada, para verificar assim o quanto os ruídos influenciam o sentimento do usuário no ambiente construído e sendo assim, durante o projeto possa melhorar as características que impactarão no bom desempenho do ambiente.

Para análise foram elaborados gráficos do tipo radar, baseados nas medianas das respostas dos entrevistados. Esse modelo de gráfico foi escolhido por que o seu formato é próximo do modelo da Escala de Sentimento PANAS, fazendo com que a visualização do gráfico e do modelo fique próxima.

Do total de entrevistados, 58% são do gênero feminino e 42% do gênero masculino. Quanto à idade dos entrevistados, 83% apresentam menos de 25 anos, 14% têm entre 25 e 40 anos e apenas 3% têm entre 41 e 55 anos. Em relação à profissão, 57% são do curso de Engenharia Civil e 43% do curso de Arquitetura e Urbanismo. Em relação à condição de moradia, 55% dos entrevistados afirmaram morar em propriedade alugada, 31% moram em propriedade própria e 13% moram em propriedade pertencente à família. Apenas 1% afirmou ter outra condição de moradia, diferentes das especificadas anteriormente. Em relação à moradia atual, 50% dos entrevistados vivem em apartamento. Para os moradores de casa, o percentual é de 37 %. Em sobrados são 12 % os moradores e apenas 1%, mora em chácara.

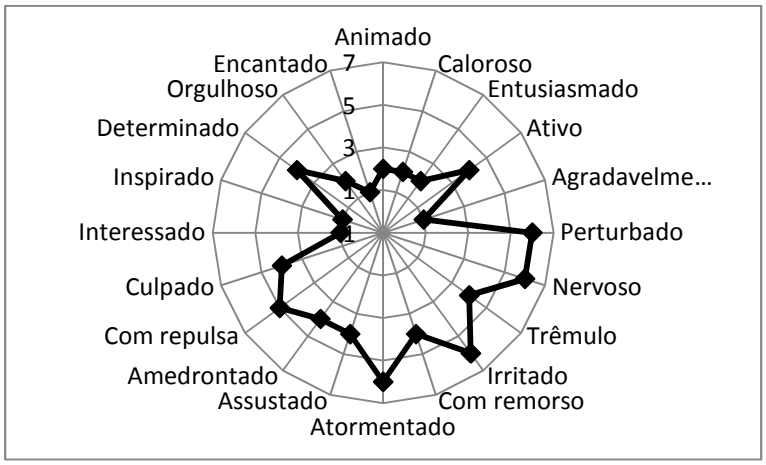
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a tabulação dos dados, foram realizadas as análises dos resultados obtidos. A seguir são apresentadas as análises individuais e as diferenças entre os ruídos analisados.

4.1 Análise individual de cada ruído

O primeiro ruído reproduzido para os entrevistados foi o referente ao barulho de carros, produzido em uma via movimentada. Neste ruído é possível identificar ronco de motores e buzinas de carros e motocicletas.
Ao analisar o Gráfico 1 com as respostas dos entrevistados, observa-se que a maior intensidade dos sentimentos encontra-se na parte inferior do gráfico.

Gráfico 1– Ruído de trânsito



Fonte: Os autores

Os sentimentos com maiores mediana, igual a 6, são: "perturbado", "nervoso", "irritado" e "atormentado". O sentimento "com repulsa", aparece com mediana igual a 5.

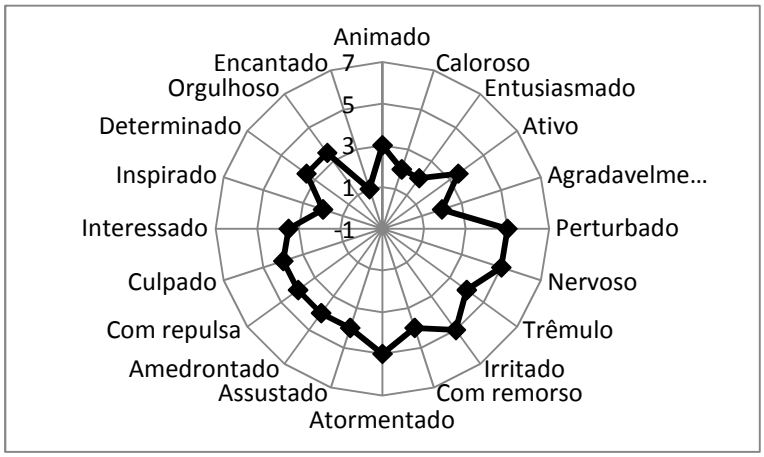
Para os sentimentos relacionados com os afetos positivos, os sentimentos com maior mediana, igual a 4, foram "determinado" e " ativo". O restante dos sentimentos, variaram com medianas de 2 e 1.

O fato do barulho de trânsito incomodar o usuário reforça a ideia de que nos projetos, as janelas em ambientes de descanso, por exemplo, fiquem se possível, do lado oposto da rua de maior tráfego de automóveis. Em casos onde essa solução não é possível, o uso de janelas antirruído ou mesmo a utilização de boas esquadrias de alumínio para contornar os vãos das portas e janelas, deixam o usuário do ambiente mais confortável no espaço utilizado.

Após os entrevistados ouvirem o ruído do barulho de trânsito, foi reproduzido o de passos de salto alto em um piso de madeira. Esse barulho é comum em apartamentos, onde normalmente os vizinhos do andar de baixo, escutam os passos dados no andar de cima, principalmente se o indivíduo do andar de cima caminha com sapato de salto alto.

Colocando as respostas no Gráfico 2, observou-se que a predominância das medianas maiores, assim como a maior área do gráfico é em relação aos sentimentos negativos. Para os sentimentos positivos, aparecem picos de sentimentos, porém a área no gráfico é pequena.

Gráfico 2 – Ruído de passos com salto alto



Fonte: Os autores

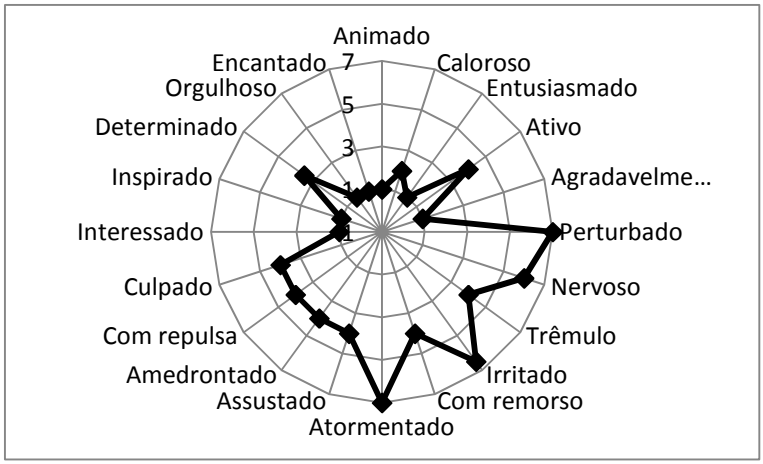
Os sentimentos negativos com maiores medianas, iguais a 5, foram: "perturbado", "nervoso", "irritado" e "atormentado". Os demais sentimentos relacionados com os afetos negativos, tiveram medianas iguais a 4.

Já para os sentimentos relacionados com os afetos positivos, a maior mediana foi de 3,5 para os sentimentos "determinado", "orgulhoso" e "ativo". A menor mediana foi "encantado" com mediana igual a 1.

Para o barulho de passos de salto alto, conclui-se que o usuário sente-se incomodado quando exposto a esse tipo de ruído. Para as características de projeto, deve-se levar em conta um bom isolamento acústico nos andares com uma espessura adequada das lajes durante a construção dos empreendimentos, para que os usuários possam sentir-se confortáveis.

O ruído de choro de criança é um ruído que se propaga de forma aérea, assim como o barulho de trânsito. Ao analisar as respostas no Gráfico 3, pode-se perceber que os sentimentos relacionados com os afetos negativos são mais intensos do que os relacionados com os afetos positivos.

Gráfico 3 – Ruído de choro de criança



Fonte: Os autores

Os sentimentos com as medianas maiores, neste caso ficou igual a 7, foram: "perturbado" e "atormentado", seguido de "irritado" com mediana igual a 6,5 e "nervoso" com mediana igual a 6. A área do gráfico na parte inferior não ficou homogênea, apresentado picos de intensidade dos sentimentos, o que caracteriza que apenas alguns sentimentos são mais intensos. Já na parte superior do gráfico, relacionada com os afetos positivos, a área é pequena, porém apresenta picos em dois sentimentos, "ativo" com mediana igual a 4 e "determinado" com mediana igual a 3,5.

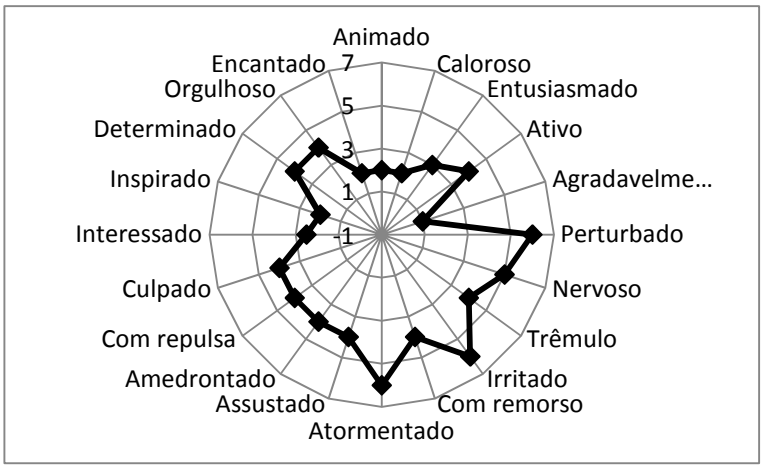
Tanto o ruído do choro de criança, quanto o do barulho de trânsito, são propagados de forma aérea. Pode ser por isso que os dois ruídos tiveram, neste caso, formato do gráfico parecido, pois os picos superiores forma semelhantes, porém com intensidades menores e na parte inferior do gráfico os sentimentos também se assemelharam.

A alternativa para a melhoria nos projetos para esse tipo de ruído pode ser, portanto a mesma utilizada para se evitar ruídos de trânsito. Um bom isolamento acústico nos andares com uma espessura adequada das lajes durante a construção dos empreendimentos, para que os usuários possam sentir-se confortáveis.

O último ruído reproduzido para os entrevistados foi o de barulho obra, contendo ruídos de betoneiras, bate-estacas e marteladas. Esses ruídos são comuns em residências cujos terrenos vizinhos estão com obras de construção de empreendimentos ou em uma intensidade menor, são ouvidos por moradores de edifícios onde os vizinhos de outros apartamentos, estão realizando obras.

As respostas obtidas através da intensidade dos sentimentos dos entrevistados foram tabuladas e apresentados no Gráfico 4.

Gráfico 4 – Ruído de obra



Fonte: Autores

A parte inferior do gráfico, apresenta área maior, com sentimentos com mediana igual a 6. Esses sentimentos são: "perturbado", "irritado" e "atormentado". O sentimento "nervoso" aparece com mediana igual a 5 e o restante dos sentimentos, permanecem com mediana igual a 4.

Já na parte superior do gráfico, a área não é homogênea, apresentado alguns picos, como no caso dos sentimentos "determinado", "orgulhoso" e "ativo". O sentimento "agradavelmente surpreendido" foi o que apresentou menor valor, mediana igual a 1.

Isso se deve ao fato de que barulho de obra, por apresentar um ruído constante, deixa o usuário desconfortável dentro do ambiente.

As medidas adotadas para que esse tipo de ruído não afete de maneira tão negativa o usuário, deve ser a mesma adotada para os demais ruídos. O uso de janelas antirruído ou mesmo a utilização de boas esquadrias de alumínio para contornar os vãos das portas e janelas.

4.2 Análise das diferenças dos ruídos

Apesar de apresentarem um padrão muito semelhante, houveram algumas diferenças significativas entre os ruídos analisados.

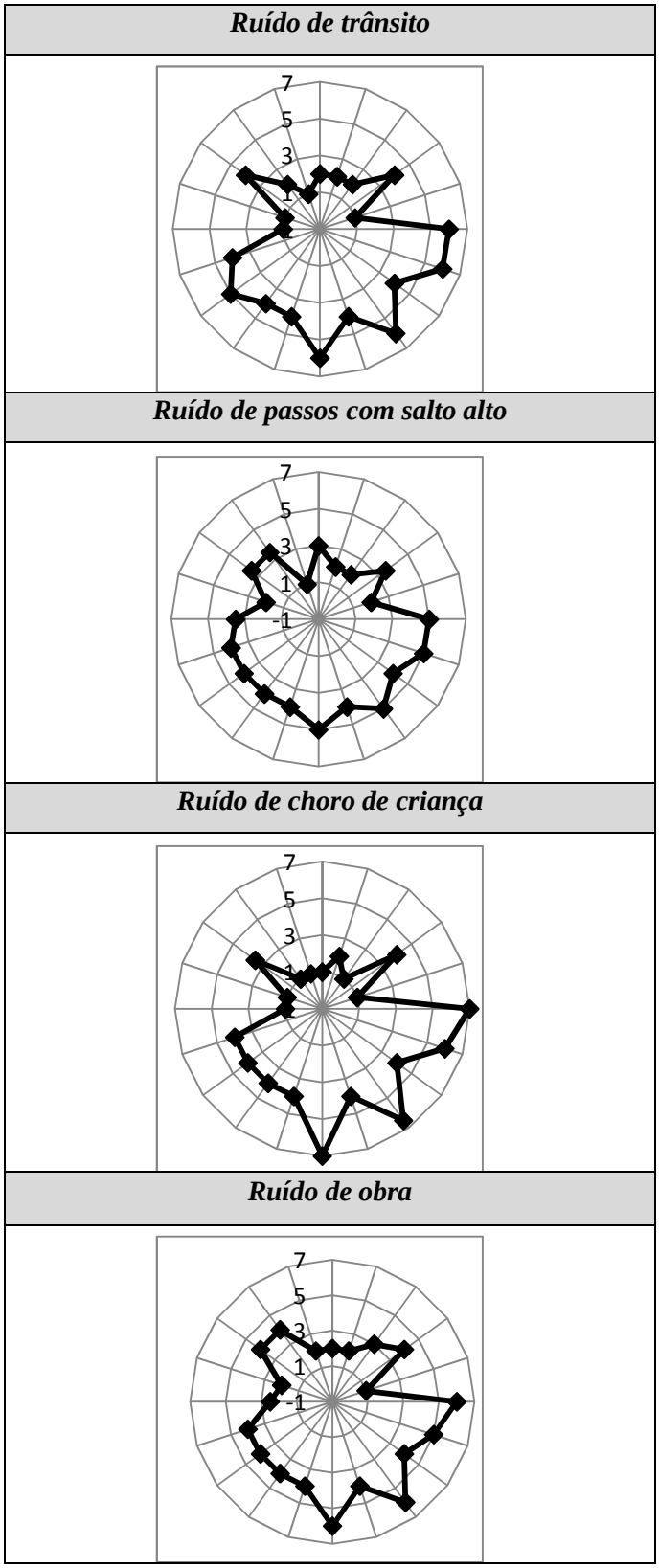
Quando comparadas as respostas dos entrevistados (Figura 2) observou-se que dos ruídos apresentados, o que apresentou maior impacto na percepção do entrevistado foi o choro de criança.

Em todos os ruídos ocorreram a predominância de sentimentos relativos aos afetos negativos, porém no choro de criança as medianas foram maiores nos sentimentos "perturbado", "irritado" e "atormentado", chegando a 7.

O ruído que menos apresenta picos nos sentimentos negativos é o de passos com salto alto.

O fato do choro de criança causar mais impacto na percepção do usuário pode ser pelo fato de choro de criança remeter a não saber ao certo quando a criança irá parar, ou ao fato de não se saber se o choro é por algum motivo verdadeiro, além de não saber ao certo o motivo, no caso dos bebês.

Figura 2 – Diferenças nos sentimentos entre os entrevistados em relação aos ruídos.



Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

Perceber e sentir o ambiente construído, de maneira positiva ou negativa, faz com que o indivíduo inserido nesse espaço, apresente sensações boas ou ruins, sem ao menos saber o porquê dessas sensações. Quando se verificou que os ruídos influenciam a percepção do indivíduo, em relação ao ambiente construído, a realização de projetos que visam garantir conforto e bem-estar ao usuário, tende a ser facilitada.

O trabalho buscou contribuir para que os projetos de ambientes residenciais proporcionem mais conforto para seus usuários, aumento do bem-estar e da qualidade de vida para quem está ali inserido. Para arquitetos e engenheiros o objetivo é que ao saber quais as características que impactam mais na percepção dos usuários, possam utilizar mais e melhor dessas características, valorizando assim o seu projeto.

Os aspectos de percepção do indivíduo, assim como os aspectos cognitivos influenciam na percepção do indivíduo em relação ao ambiente construído e nas características de projeto. Após as análises dos dados obtidos nos experimentos, verificou-se que os sentimentos, relacionados com a percepção do indivíduo em relação às características de projeto, faz com que ele sinta mais ou menos conforto. Isso acontece devido aos aspectos cognitivos e aos sentimentos dos indivíduos, que influenciam para que o ambiente transmita sensação de conforto e bem-estar ao entrevistado.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR-15575-3**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2013.

ABRANTES, Monique. **Um olhar cognitivo sobre o lugar de trabalho: avaliação de desempenho em ambiente de escritório, estudo de caso em empresa de advocacia.** Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2004.

ELY, Vera Bins. **Ergonomia + Arquitetura: buscando um melhor desempenho do ambiente físico.** Anais do 3º Ergodesign – 3º Congresso Internacional de Ergonomia e Usabilidade de Interfaces Humano-Tecnologia: Produtos, Programas, Informação, Ambiente Construído. Rio de Janeiro: LEUI/PUC-Rio, 2003.

GALINHA, Iolanda Costa; RIBEIRO, José Luis Pais. **Contribuição para o estudo da versão portuguesa da *Positive and Negative Affect Schedule* (PANAS) I – Abordagem teórica ao conceito de afecto.** In: Análise Psicológica (2005), 2 (XXIII): 209-216 – Portugal, 2005.

GALINHA, Iolanda Costa; RIBEIRO, José Luis Pais. **Contribuição para o estudo da versão portuguesa da *Positive and Negative Affect Schedule* (PANAS) II – Estudo psicométrico.** In: Análise Psicológica (2005), 2 (XXIII): 219-227 – Portugal, 2005.

GENDERA, Andreia Karina; MATTOSO, Cecilia Lima Q.; BOENTE, Alfredo N.P. **Avaliação das emoções dos consumidores idosos que participam de comunidades**

virtuais: Teoria dos conjuntos *fuzzy*. In: VII Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia. 2010

HALL, Edward. T. **A dimensão oculta.** São Paulo: Martins Fontes, 2005.

LOUREIRO. Sabrina Vieira da Luz**. Os efeitos auditivos e extra-auditivos da exposição à música eletronicamente amplificada em trabalhadores de danceteria**. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2002.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; ALCANTARA, Denise de. **Cognição experimental, observação incorporada e sustentabilidade na avaliação pós-ocupação de ambientes urbanos.** Ambiente Construído. Porto Alegre: v.7, n.1, p. 35-46, jan/mar. 2007.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; FARIA, José Ricardo. **Cognição e comportamento ambiental no ambiente de escritório.** Anais do NUTAU'2004. São Paulo: FAUUSP, 2000.

REIS, Antônio Tarcísio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. **Avaliação da qualidade de projetos - uma abordagem perceptiva e cognitiva.** In: Ambiente Construído, Porto Alegre, v.6, n.3, p. 21-34. jul./set. 2006.

OKAMOTO, J. **Percepção Ambiental e Comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação.** São Paulo: Editora Mackenzie, 2002

SALIBA, Tuffi Messias. **Manual prático de avaliação e controle do ruído: PPRA**. 6 ed. São Paulo: LTr, 2011. 136p.

SANTAELLA, Lucia. **Percepção: fenomenologia, ecologia e semiótica.** Cengage Learning, 2012.

SIMÕES, Ana Paula. **Experiência e Cognição no Lugar de Trabalho- Abordagem da Observação Incorporada na Avaliação Pós – Ocupação: Estudo de Caso em Escritório de Empresa do Setor de Educação Executiva.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

UM ESTUDO EXPLORATÓRIO SOBRE O PROCESSO DE PROJETO DE OBRAS PÚBLICAS USANDO O RDC – REGIME DIFERENCIADO DE CONTRATAÇÃO[1]

FREIRE, Flávia (1); ; BOMTEMPO, Sandra (2); ANDERY, Paulo (3)

(1) UFMG, e-mail: flaviacamelo.arq@gmail.com; (2); (3) UFMG, e-mail: sandra.s.bomtempo@gmail.com; (3) UFMG, e-mail: pandery@ufmg.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo de caso exploratório sobre o processo de projeto e sua integração com a execução de empreendimento público no novo Regime Diferenciado de Contratação – RDC. O método de pesquisa é caracterizado e são apresentados os principais aspectos do estudo de caso, envolvendo a construção de uma obra complexa, um terminal de BRT. São descritas algumas dificuldades e problemas no desenvolvimento dos projetos e sua integração com a etapa de construção. Os resultados apontam para o fato de que o RDC pode permitir uma melhor integração entre as etapas de projeto e produção, desde que algumas diretrizes sejam implementadas, como melhor definição do escopo do empreendimento, estabelecimento de um plano de gestão que permita a introdução de conceitos de engenharia simultânea e uma atuação mais qualificada dos órgãos públicos contratantes.

Palavras-chave: Gestão do processo de projeto em obras púbicas. Regime diferenciado de contratação. Integração projeto-obra.

ABSTRACT

The work aims presenting an exploratory case study regarding to design process and its integration with production on public project under the RDC – Differential Bidding Contracts. The research method is pointed out, as well as main features of the exploratory study, involving a construction of a complex project, a BRT Terminal. Some difficulties and drawbacks during design management and its integration with construction phase are described. The results highlight that RDC could allow a better integration between the design and production phases, since some guidelines are implemented, such as better definition of the project scope, establishment of a management plan to ensure the introduction of concepts concurrent engineering and a more qualified performance of contractors public agencies.

***Keywords**: Design management on public projects. Differential bidding contracts. Design-construction interface.*

1 INTRODUÇÃO

A gestão da construção de obras públicas, e o seu processo de projeto em

[1] FREIRE, Flávia; ANDERY, Paulo; BOMTEMPO, Sandra. Um estudo exploratório sobre o processo de projeto de obras públicas usando o RDC – Regime Diferenciado de Contratação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

particular, tem sido frequente objeto de projetos de pesquisas no âmbito acadêmico. Desde os anos 90 vêm sendo apresentadas análises focadas nas deficiências do processo de projeto e sua integração com a fase de execução em obras públicas.

Frequentemente, os problemas relativos à falta de qualidade, ou aumento de custos e prazos, por conta dos quase inevitáveis aditivos contratuais, são associados aos mecanismos de contratação de projetos e obras decorrentes da lei brasileira das licitações (Lei 8666/93).

À mencionada lei pode ser creditada, portanto, uma parcela dos insucessos observados na condução de projetos e obras públicas no Brasil no decurso das últimas décadas. Já há mais de uma década, OLIVEIRA e MELHADO (2002) ou SANTOS et al. (2002) relataram deficiências na construção de obras públicas decorrentes de maneira direta e indireta dos mecanismos de contratação, que não privilegiam os conceitos de projeto simultâneo e integração projeto/obra. Soma-se, com frequência, uma estrutura de trabalho em instituições públicas nas quais a burocracia e as ingerências políticas dificultam a implementação de soluções técnicas e gerenciais otimizadas (MOTTA e SALGADO, 2003), ou as estruturas legais dificultam a integração entre as etapas de projeto e produção (MARTINS, 2014; ANDERY, CAMPOS e ARANTES, 2012).

Se esses problemas são recorrentes na realidade brasileira, a bibliografia internacional aponta para um contexto semelhante em outros países emergentes. A literatura aponta para raízes comuns às encontradas em obras públicas brasileiras: a desvalorização da etapa de projeto, a desconsideração das questões de construtibilidade, com a consequente falta de integração entre as etapas de projeto e execução, ou ainda as mudanças de escopo durante a fase de execução dos empreendimentos. Nesse sentido, veja-se, por exemplo, PROYER e GRIMSCHEID (2013) ou RAMABODU e VESTER (2010).

Nessa circunstância foi introduzida em 2011 uma legislação alternativa para a contratação de obras públicas, o Regime Diferenciado de Contratação" (RDC), que permite a prática da contração integrada.

As obras licitadas pelo RDC, por serem ainda recentes, não permitiram que fossem desenvolvidos projetos de pesquisa voltados à avaliação de sua eficácia, desde o ponto de vista da gestão do processo de projeto. Os trabalhos sobre o RDC, em sua maioria, concentram sua atenção nos aspectos legais (KRAWCZYK, 2012) ou na eficiência do processo do ponto de vista administrativo e burocrático (TEIXEIRA, 2012).

O presente trabalho pretende contribuir com o tema, apresentando um estudo exploratório sobre a integração entre projetos e obra em um empreendimento público no município de Belo Horizonte, contratada na modalidade do RDC. Por ser um dos primeiros empreendimentos públicos contratados nessa modalidade, os resultados, ainda que de um único caso, podem ser um primeiro passo para a avaliação de formas alternativas de contratação de projetos públicos em futuras pesquisas.

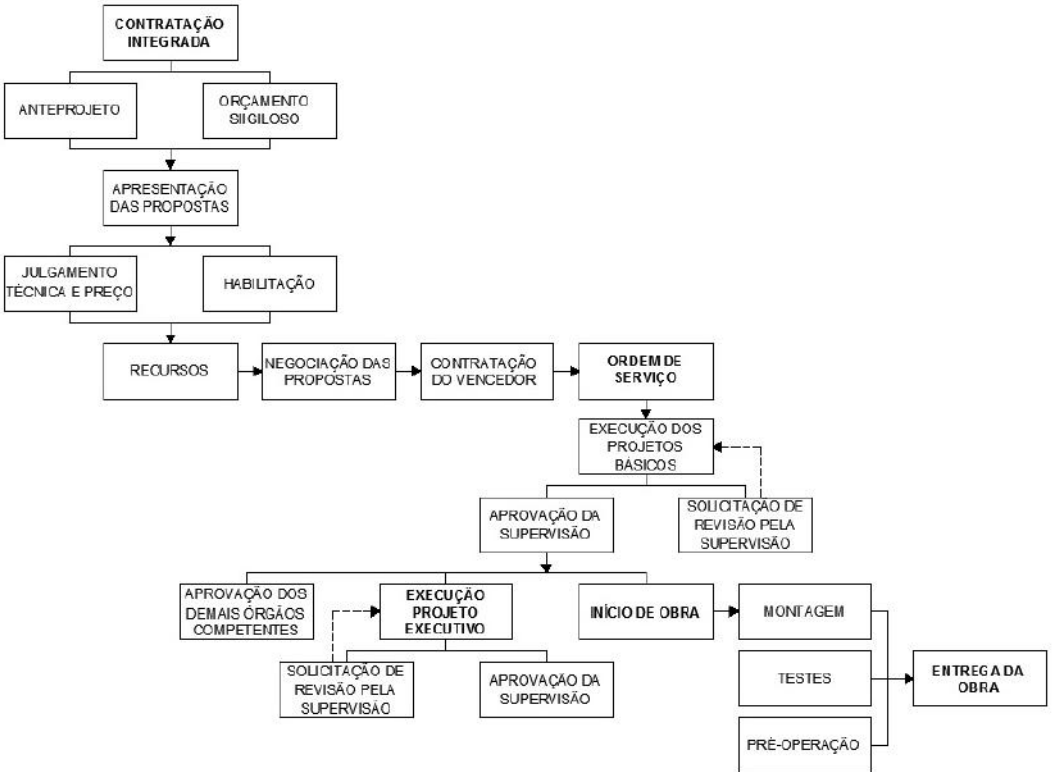
2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O REGIME DIFERENCIADO DE CONTRATAÇÃO – RDC

Os textos legislativos em torno à Lei 12.462/2011e análises do ponto de vista jurídico indicam que a primeira preocupação em torno à criação do RDC é a de simplificar os processos de contratação de obras públicas, ganhando eficiência do ponto de vista burocrático (SÁ, SANTOS E BRASILEIRO, 2013). De fato, os vários comentários no âmbito jurídico parecem destacar a economia de tempo e de recursos no processo licitatório (TEIXEIRA, 2012). Não parece ter sido preocupação explícita o RDC trazer em seu arcabouço a ideia de melhorar o desempenho das obras públicas de construção.

Do ponto de vista da gestão do processo de projeto, o aspecto mais relevante do RDC na modalidade de contratação integrada parece ser o fato de que a empresa vencedora da licitação é responsável pelo empreendimento desde a etapa de projeto, cabendo a ela o desenvolvimento dos projetos (a partir de um anteprojeto), o planejamento da execução, a construção em si e sua operação inicial, como uma forma de comissionamento (BRASIL, 2011). Uma representação esquemática do processo de licitação é apresentada na Figura 1.

Ao contrário da forma tradicional de contratação, o empreendimento é licitado somente com o anteprojeto e eventuais documentos que detalhem o desempenho esperado. O grau de detalhamento das informações de projeto disponibilizadas antes dos processos licitatórios de obras públicas tem originado estudos que buscam entender sua relação com outras variáveis no âmbito do *project management*. Xia et al (2013) apontam que a qualidade destas informações impõe um nível de incertezas à gestão do empreendimento, define o espaço concedido às inovações (em termos de soluções técnicas) e pode ainda mitigar ou favorecer o surgimento de *claims*.

Figura 1 – Representação esquemática do processo de licitação com o RDC



Fonte: Freire (2015)

Na avaliação destes autores, licitações que partem de escopos incompletos ou pouco esclarecedores tendem a aumentar os riscos associados ao empreendimento. Neste caso, porém, as incertezas podem ser diminuídas mediante o estabelecimento de critérios mínimos de desempenho a serem cumpridos.

No Regime Diferenciado de Contratação, a empresa contratada assume a responsabilidade sobre falhas e omissões no desenvolvimento dos projetos, não sendo possível a criação de aditivos, ressalvando mudanças de escopo ou interesse por parte do organismo público contratante (BRASIL, 2011).

Um aspecto inovador com impacto no processo de projeto é o fato de poderem ser estabelecidos contratos de remuneração variável, onde a empresa contratada pode ter um bônus em função da melhoria do desempenho do empreendimento, ou uma percentagem da economia gerada ao órgão contratante em função de metas de desempenho estabelecidas, como por exemplo, consumo de energia (BRASIL, 2011; SÁ, SANTOS e BRASILEIRO, 2013).

Do ponto de vista conceitual, o RDC poderia se aproximar do modelo de integração projeto-obra de *Design-Build*, considerando como esse último modelo é caracterizado na literatura recente. Em ambos os casos, um único contratante é responsável pelas etapas de projeto e execução. No entanto, as práticas de *Design-Build* têm incorporado, pelo menos em sua estrutura teórica, o conceito de integração entre concepção e execução, assumindo e implementando diretrizes sobre construtibilidade. Esse elemento, essencial,

não é intrínseco à modalidade contratual do RDC, ou seja, de per si o RDC não garante um desenvolvimento integrado dos projetos, considerando de maneira simultânea o produto edifício e seu processo de produção.

3 MÉTODO DE PESQUISA

O trabalho envolveu estudo de caso exploratório, concentrando sua análise no processo de projeto e na integração entre a fase de projeto e execução do empreendimento. A seleção do empreendimento foi feita em função de ser contratado no RDC e haver acesso a informações por parte do pesquisador.

As fontes de evidência compreenderam: a) observação direta de rotinas de trabalho por parte de um dos autores, com o acompanhamento de todas as etapas do desenvolvimento dos projetos, presença em reuniões de trabalho e reuniões de coordenação; b) análise dos projetos de arquitetura e engenharia, em suas várias etapas; c) documentos de caracterização do empreendimento; d) documentos de trabalho, incluindo memoriais descritivos, atas de reunião, ordens de serviço, e-mails e correspondências; d) edital de licitação e seus anexos; e) ordens de serviço, que permitiram a reconstituição da cronologia dos trabalhos e do fluxo de trabalho e f) contrato com a empresa construtora subcontratante dos projetos. Outros aspetos do método de pesquisa são indicados em FREIRE (2015).

4 ESTUDO DE CASO EXPLORATÓRIO

Por questões de brevidade, os principais aspectos do empreendimento são expostos na sequência, e detalhes são apresentados em FREIRE (2015).

4.1 Caracterização do empreendimento

O empreendimento, objeto de estudo, foi licitado no Regime Diferenciado de Contratação (RDC), na modalidade de Contratação Integrada. Trata-se de uma estação (terminal de ônibus) tipo BRT – *Bus Rapid Transport*, sendo o empreendedor um órgão da Prefeitura da cidade de Belo Horizonte.

O fluxo de atividades de licitação, contratação e desenvolvimento do empreendimento obedeceu à sequência indicada na Figura 1, na secção anterior. A edificação possui uma arquitetura complexa, que foge aos padrões convencionais. As instalações previam uma cobertura metálica, em estrutura também metálica, com uma forma arrojada. As instalações deveriam compreender plataformas para ônibus convencionais e ônibus especiais (BRT), e um mezanino onde estariam instalações administrativas e operacionais, além de uma área de serviços.

A área construída é de 17.000 m2 e o orçamento da obra para licitação foi de R$43 milhões.

O prazo de entrega estipulado foi de 390 dias corridos, incluindo projetos, execução e comissionamento do empreendimento. O contrato iniciou-se no segundo semestre de 2012 e tinha previsão de término para o primeiro

semestre de 2014.

Na aquisição do edital da licitação foi disponibilizado o anteprojeto arquitetônico da estação do BRT desenvolvido por um grande escritório de arquitetura e gerenciamento de projetos de Belo Horizonte, bem como um cronograma físico-financeiro básico e a planilha orçamentária inicial, que, conforme determina o modelo de contratação de um RDC, só teve os valores estimados divulgados posteriormente.

A supervisão do projeto e execução foi feita por uma autarquia municipal.

A licitação foi vencida por um consórcio, formado por empresa construtora e uma empresa de gerenciamento e execução de projetos.

4.2 Aspectos do processo de projeto e integração com a obra

A empreiteira, por ter maior porte, deteve maior porcentagem sobre o consórcio, cerca de 97% do contrato, o que lhe deu o poder de decisão sobre as atividades, execução do planejamento e cronograma físico-financeiro do empreendimento como um todo. Coube à empresa contratada elaborar um Fluxo de Planejamento e Acompanhamento padrão, detalhando cada atividade de acordo com o Cronograma Físico-Financeiro Específico Detalhado e Cronograma Físico-Financeiro Global, também elaborado por esta a partir do cronograma básico fornecido no Edital.

O Termo de Referência determinava a participação efetiva de um Coordenador Técnico da empresa/consórcio contratado, obrigatoriamente engenheiro ou arquiteto sênior, que se reportaria e seria orientado pela Supervisão do Contrato, da Prefeitura, cuja responsabilidade seria coordenar, compatibilizar e conferir todos os projetos desenvolvidos em todas as etapas. As empresas do consórcio optaram por estabelecer dois coordenadores, um para o desenvolvimento dos projetos e outro para a gestão da obra. O coordenador de projetos acumulou as funções de coordenação gerencial (controle de escopo dos projetos, *workflow*, controle de prazos e custos) e coordenação técnica (análise das soluções de projeto e dependências entre disciplinas de projeto).

A integração entre a Coordenação dos Projetos, a equipe de obra e a Supervisão foi definida no Termo de Referência, que determinava que reuniões periódicas deveriam ser realizadas, a critério da Supervisão, para a atualização do planejamento, acompanhamento dos serviços e esclarecimento de eventuais dúvidas. As reuniões realizadas não contemplaram o desenvolvimento das soluções de projeto, somente o planejamento das atividades entre uma reunião e outra.

Com o desenvolvimento do projeto básico arquitetônico e a adequação da Planilha Orçamentária foi verificado pela equipe multidisciplinar que alguns projetos e serviços especializados não haviam sido previstos inicialmente e, não sendo contemplados no orçamento apresentado na proposta técnica da licitação, não poderiam ser realizados. Além disso, tornava-se necessária

a atualização de preços contidos na planilha orçamentária inicial realizada pelo órgão contratante, entregue juntamente com o anteprojeto arquitetônico, já que esses valores se encontravam bastante defasados.

Foram apresentadas em reunião posterior as novas demandas que surgiram a partir do detalhamento dos projetos de arquitetura e engenharia, além de uma análise dos novos valores orçados a partir destes projetos elaborados pelo consórcio, apontando que estes superavam em muito o valor de obra licitado.

Em função disso, o consórcio argumentou que medidas mais drásticas com relação à mudança de projetos e, consequentemente, à execução de obras, seriam necessárias, uma vez que o órgão contratante se mostrou inflexível à mudança do prazo final de entrega da obra e a impossibilidade do aumento de seu valor contratado, uma vez que uma licitação no modelo RDC não abre precedente para aditivo de valor.

Uma análise de alternativas (descritas em FREIRE, 2015) implicou em alterar a concepção inicial do projeto arquitetônico, substituindo o tipo de estrutura da estação, antes concebida em estrutura metálica tubular, por uma estrutura de concreto pré-moldado. Esta mudança forçou, a alteração no planejamento global da obra, obrigando o cronograma de projeto a se estender para que as revisões de todo o projeto estrutural fossem desenvolvidas, bem como a compatibilização dos demais projetos, que já se encontravam em fase de desenvolvimento.

A partir do momento em que os escritórios do consórcio e da fiscalização se encontravam operacionais no canteiro de obras e os projetos pré-executivos foram aprovados, as reuniões de acompanhamento passaram a ser realizadas semanalmente no local do empreendimento, para que os avanços projetuais e físicos pudessem ser observados e eventuais dúvidas fossem sanadas *in loco*.

No entanto, um fator dificultador do processo foi a deficiência do contratante em integrar informações e requisitos dos vários órgãos públicos e concessionários envolvidos, causando retrabalhos e atrasos, e adoção de soluções subótimas. Na avaliação da Coordenação de Projetos verificou-se que algumas soluções projetuais foram tecnicamente insatisfatórias ou incompletas, não cumprindo na íntegra o escopo do projeto.

Notou-se, ao longo do tempo, uma progressiva deficiência nas atividades desenvolvidas pela Supervisão, à cargo do empreendedor contratante. Reuniões de definições passaram a ser mais espaçadas e decisões de projeto passaram a ser tomadas em nível de obra, à revelia da coordenação de projetos, a fim de "ganhar tempo" e reduzir custos, mas gerando soluções não otimizadas.

A isso se somou uma inadequada autonomia da equipe de obra, que passou a ditar os prazos a serem seguidos pela equipe de projeto, superpondo as duas atividades. Esse trabalho em *fast track* gerou vários problemas como, por exemplo, modificação completa do projeto de

paisagismo, a supressão de três escadas rolantes que desceriam do mezanino da estação para as plataformas de ônibus no pavimento térreo, etc.

A superposição das etapas de projeto e execução implicou também em vários problemas de execução, como instalação de tubulações aparentes ao invés de embutidas, ou a falta de alguns pontos de drenagem ao longo das pistas de rolamento, ou ainda a falta de algumas instalações de prevenção e combate a incêndio, problemas graves.

A obra foi entregue na data prevista, mas em caráter parcial e provisório, pois a execução da grande estrutura metálica de que se tratava a cobertura da estação ainda não havia sido iniciada.

4.3 Algumas considerações

Fazia parte do escopo da licitação no Regime Diferenciado de Contratação um anteprojeto arquitetônico, a partir do qual uma planilha orçamentária inicial foi executada para se estipular o valor da empreitada e determinar um cronograma físico-financeiro básico para estimativa de prazos.

Para que uma equipe multidisciplinar iniciasse o desenvolvimento de projetos básicos e executivos de arquitetura e engenharia, o nível de detalhamento dos projetos recebidos seria satisfatório. No entanto, não o era para a sua plena execução, nem para o planejamento de outras soluções de projeto e planejamento e execução da obra. Daí a constatação posterior de que o valor contratado era insuficiente, com as consequências negativas que afetaram o desempenho do empreendimento, como relatado acima.

Ao iniciarem-se os trabalhos, o planejamento e a gestão das atividades e serviços envolvidos demandaram um detalhamento muito mais elaborado do que o apresentado na proposta técnica. O Cronograma Físico-Financeiro Global gerou um volume muito superior de trabalho do que o estimado inicialmente, confrontando a planilha orçamentária recebida, na qual se verificou que vários itens de projeto e obra não foram contemplados, além da defasagem de alguns preços.

Para fazer frente ao nível de complexidade dos projetos e sua execução no prazo estipulado seria preciso que o nível de colaboração entre os agentes envolvidos – equipe de obra, equipe de projeto e supervisão à cargo do empreendedor – fossem ainda maiores e mais efetivos, o que não se verificou na prática. A falta de experiência do organismo supervisor e da empresa construtora com o desenvolvimento simultâneo e integrado dos projetos foi evidente, fazendo com que uma prática de mercado desempenhada por empreiteiras fosse exercida: a sobreposição da obra aos projetos, não uma integração entre as duas atividades.

A isso se somou o grande peso da empresa construtora vencedora da licitação na tomada de decisões, em detrimento da empresa de projetos e mesmo do órgão público, que não soube desempenhar efetivamente seu poder de compra.

Ao levar em consideração apenas os aspectos de custo, em detrimento de aspectos técnicos de desempenho e funcionalidade, a contratada abriu mão da execução criteriosa dos projetos, até mesmo optando por não os seguir. Além da substituição de itens especificados em projeto e planilha por produtos similares, porém de baixa qualidade, não garantindo a durabilidade do empreendimento.

A vivência do RDC em edificações trouxe várias lições aprendidas para a Coordenação de Projetos, considerando que a prática da empresa de gerenciamento e projetos não envolve a construção propriamente dita. Segundo o coordenador, fez com que a equipe saísse de sua "zona de conforto" e adquirisse a prática de entender e conceber melhor os projetos. Apesar do planejamento específico de projetos ter sofrido diversas alterações, o planejamento global do empreendimento foi realizado, seja por motivações financeiras ou políticas, fato é que a obra foi finalizada em tempo recorde, se analisado apenas o contexto de conclusão de obras públicas no Brasil, pois um RDC pressupõe um contrato de eficiência, que visa a resultados.

Os comentários acima permitem que algumas conclusões sejam esboçadas, ainda que exijam ulteriores comprovações.

Em primeiro lugar, ressalta-se o fato de que a contratação integrada, ainda que possa ser mais eficiente do ponto de vista legal, de per si não garante uma das necessidades que a Lei 8.666 dificilmente cumpre: a integração entre as disciplinas de projeto, com a adoção de princípios de engenharia simultânea, e a integração entre as etapas de concepção, projeto e execução. A nova configuração legal poderia abrir espaço para que isso aconteça, mas sua concretização parece depender mais de uma mudança de postura dos agentes envolvidos, associada à definição de fluxos de trabalho que dificilmente serão contemplados nos termos de referência da licitação.

Em segundo lugar, destaca-se que o melhor desempenho dos empreendimentos, também no RDC, está condicionado a fatores já relatados na literatura e que o novo regime não o garante por meio de instrumentos legais. Torna-se necessário prever um plano de gestão do empreendimento, possivelmente esboçado em seu termo de referência, que preveja a concretização de aspectos técnicos e gerenciais críticos: a definição detalhada do escopo e do programa do empreendimento, uma visão compartilhada desse escopo por parte dos agentes e uma avaliação criteriosa de custos, aspectos que já foram discutidos por outros autores há muitos anos (SONGER e MOLENAAR, 1997).

Em terceiro lugar, observou-se no estudo de caso uma séria deficiência por parte do órgão contratante, que não soube exercer adequadamente seu poder de compra e fiscalização. Exige-se uma postura proativa e tecnicamente qualificada por parte de fiscais e agentes públicos. Mais ainda, os resultados apontam para o fato de que não se trata só de uma questão de fiscalização das etapas de projeto e execução, no sentido de

verificar sua adequação ao termo de referência, mas sim de estabelecer, em conjunto com os agentes executores, um plano de qualidade que integre as etapas de concepção e projeto.

5 CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho permitem concluir que o RDC, enquanto modalidade de contratação de obras públicas alternativa à Lei 8.666, contempla apenas alguns poucos aspectos dos conceitos de design-build e engenharia simultânea e não apresenta solução para muitos dos problemas inerentes à Lei Geral de Licitações.

Uma forma de contribuir para o aumento da eficácia da implementação do Regime Diferenciado de Contratação passa pela fixação de requisitos mínimos de desempenho, que podem minimizar as incertezas associadas ao reduzido grau de detalhamento dos anteprojetos de etapas licitatórias.

A efetiva implementação do RDC dependerá, ainda, da postura dos agentes envolvidos, da definição de um plano de gestão para o empreendimento e do efetivo exercício do poder de compra por parte dos órgãos contratantes.

REFERÊNCIAS

ANDERY, P.; CAMPOS, C.; ARANTES, E. Desenvolvimento de um termo de referência para o gerenciamento de projetos integrados em uma instituição pública. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, vol. 7, n. 1, p. 38-61, 2012.

FREIRE, Flávia. **Coordenação de Projetos no Regime Diferenciado de Contratação.** 2015. (Monografia apresentada ao Curso de Especialização em Construção Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

BRASIL. **Lei n. 12462, de 04 de agosto de 2011.** Institui o Regime Diferenciado de Contratações Públicas. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/Lei/L12462.htm>. Acesso em: 15 de março de 2015.

KRAWCZYK, R. Contratação pública diferenciada RDC: entendendo o novo regime. Lei 12462/2011. **Âmbito Jurídico**, vol. 15, n. 101, 2012.

MARTINS, R. **Análise do processo de projeto de reformas em universidade pública.** 2014. 176p. (Mestrado em Construção Civil). Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais.

MOTTA, V.; SALGADO, M. Gestão de projetos em instituição pública: estudo de caso na UFF. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO – SIBRAGEC 2003. **Anais...** São Carlos, ANTAC, 2003.

OLIVEIRA, J.; MELHADO, S. O papel do projeto em empreendimentos públicos: dificuldades e possibilidades em relação à qualidade. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE

GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS. **Anais...** Porto Alegre, Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

PROYER, M.; GRIMSCHEID, G. Requirement engineering and the effect on cost compliance in the holistic, life cycle oriented yield, cost planning and controlling process. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO – SIBRAGEC. **Anais...** Salvador, 12p. , 2013.

RAMABODU, M.; VESTER, P. **Factors contributing to cost overruns of construction projects.** 5th CIB INTERNATIONAL SYMPOSIUM – BUILT ENVIRONMENT CONFERENCE. Durban, South Africa, 13 p., July/2010.

SÁ, A.; SANTOS, E.; BRASILEIRO, A. Contrato de eficiência no regime diferenciado de contratação pública: uma inovação a ser aplicada na gestão das infraestruturas de transportes. In: CONGRESSO NACIONAL DA ANPET 2013. **Anais...** Belém, Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes, 2013.

SANTOS, A. et al. Crítica ao processo de contratação de obras públicas no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC 2002. **Anais...** Foz do Iguaçu, ANTAC, 2002, p. 93-102.

SONGER, A.; MOLENAAR, K. Project characteristics for successful public sector design build. **Journal of Construction Engineering and Management,** 123 (1) P. 34-40, 1997.

TEIXEIRA, A. Eficiência do RDC: contratação integrada. **Revista TCERJ,** vol. 7, n. 2, p. SS-1-7, 2012.

XIA, B.; MOLENAAR, K.; CHAN, A.; SKITMORE, M.; ZUO, J. Determining Optimal Proportion in Design-Build Request for Proposals. **Journal of Construction Engineering and Management,** p. 620-627, June 2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SELEÇÃO TECNOLÓGICA DE SISTEMAS DE FACHADA PARA EDIFÍCIOS COMERCIAIS E INSTITUCIONAIS[1]

CARRARO, Marília (1); OLIVEIRA, Luciana Alves (2)

(1) IPT, e-mail: carraro.marilia@gmail.com; (2) IPT, e-mail: luciana@ipt.br

RESUMO

A fachada é uma parte complexa do edifício que influencia no seu desempenho do ponto de vista da habitabilidade, da segurança, da durabilidade e do impacto ambiental, tendo também importância, na estética arquitetônica, prazo e custo global da obra. Deste modo, o resultado da seleção tecnológica do sistema de fachada pode interferir positivamente, ou negativamente, no atendimento às premissas (programa de necessidade) do edifício em termos de requisitos de desempenho. Este artigo objetiva analisar os métodos e requisitos considerados pelos projetistas na seleção dos sistemas de fachada, os agentes decisórios e a etapa de tomada de decisão, bem como discutir a relevância dos parâmetros considerados neste processo, tal qual praticado no mercado. Para isso, foi feita uma revisão bibliográfica e uma pesquisa exploratória acerca do processo de seleção dos sistemas de fachada para edifícios comerciais e institucionais, por meio de entrevistas semiestruturadas com projetistas de arquitetura, consultores e construtoras/ incorporadoras na cidade de São Paulo. As entrevistas revelam decisões tomadas de forma segmentada pelos agentes envolvidos e análises de alternativas restritas a aspectos de custo e prazo; tratando-se de modo subjetivo os aspectos de desempenho técnico como consumo energético, habitabilidade e durabilidade.

Palavras-chave: Projeto de Fachada. Seleção tecnológica. Desempenho.

ABSTRACT

The facade is a part of the building which influences on its performance from the perspective of habitability, safety, durability and environmental impact. It is also important in architectural aesthetics, time and overall cost of the project. Thus, the facade system chosen can interfere positively or negatively in meeting the project assumptions in terms of performance requirements. This article aims to analyze the methods and criteria considered by the designers in the selection of facade systems, the decision-makers involved and project stage. Moreover, it is discussed the relevance of the criteria considered in the process. Then it was made a literature review and an exploratory research through semi-structured interviews with architectural designers, consultants and builders/developers in São Paulo about the decision-making process to select facade systems for commercial and institutional buildings. The interviews reveal a segmented decision process in which the analysis of alternatives is restricted to cost and time points, while technical performance requirements, such as energy consumption, habitability and durability, are taken subjectively.

***Keywords**: Facade design. Decision-making. Performance.*

[1] CARRARO, Marília; OLIVEIRA, Luciana Alves. Seleção tecnológica de sistemas de fachada para edifícios comerciais e institucionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A fachada influencia o desempenho do edifício do ponto de vista da habitabilidade, da segurança, da durabilidade e do impacto ambiental, tendo também importância, na estética arquitetônica, prazo e custo global da obra. Deste modo, o resultado da seleção tecnológica dos sistemas de fachada (ou tecnologias de fachada) pode interferir positivamente, ou negativamente, no atendimento às premissas (programa de necessidade) do edifício em termos de requisitos de desempenho técnico e ambiental.

Diante da oferta cada vez maior no mercado de produtos para a construção, a seleção dos sistemas de fachada requer uma análise comparativa, com informações claras quanto ao desempenho, para possibilitar uma tomada de decisão técnica. De acordo com Mitropoulos e Tatum (1999), nas empresas de construção, o processo decisório ainda é limitado, não deixando claro o método e a justificativa para a seleção de uma nova tecnologia, por exemplo.

Os projetistas não conseguem ter domínio técnico das alternativas na velocidade em que as mesmas crescem, podendo recair em duas situações desinteressantes: restringir as especificações ao universo de tecnologias com as quais estão habituados a trabalhar, ou especificar novos produtos sobre os quais não têm informações suficientes sobre desempenho (ARDIT; NAWAKORAWIT, 1999).

A especificação da fachada de um edifício é um processo complexo que se desenvolve ao longo das etapas do projeto e envolve diversos agentes. Segundo Laufer *et al* (1996), o coordenador deve gerir a tomada de decisão, garantindo o atendimento às premissas do projeto e as medidas para o desempenho desejado. Mesmo com a contribuição dos diversos agentes durante o processo de projeto, os requisitos de desempenho nem sempre são analisados de forma sistemática e comparativa. De acordo com Melhado (2001), a concepção do projeto é muitas vezes consequência de aspectos exclusivamente estéticos e é realizada sem uma análise técnica da construtibilidade e do desempenho. E ainda, segundo Medeiros (1999), a seleção dos revestimentos de fachada, por exemplo, não se baseia numa análise sistêmica de critérios e por vezes é restrita ao custo e a estética, desprezando outras variáveis importantes para atingir a melhor relação custo-benefício, como durabilidade e desempenho.

Carraro e Oliveira (2015) analisaram falhas no processo de projeto das fachadas de um edifício que impactaram na execução e, potencialmente, no desempenho e, entre estas falhas, apontaram a escolha equivocada do sistema de fachada, que embora fosse reconhecido pela alta produtividade e qualidade final, não apresentou tais resultados nas circunstâncias em que foi empregado.

Segundo John (1995 Apud SOUZA, 2003), o setor da construção civil tem caráter empírico e falta tradição na pesquisa e desenvolvimento tecnológico, de modo que comumente adotam-se inovações tecnológicas sem que haja critérios objetivos para seleção.

De acordo com Souza (2003), as decisões no processo de seleção tecnológica deverão sempre ser tomadas pelos profissionais envolvidos e, consequentemente, terão uma parcela de subjetividade. No entanto, o autor também afirma que a aplicação de métodos de auxílio à decisão ajuda na estruturação racional da questão, estimula o levantamento sistemático de dados, e a sua análise permite uma escolha mais consciente dos fatores envolvidos. Graeml e Ehrlich (1999, Apud SOUZA, 2003) destacam que a importância do uso de métodos para auxílio à decisão não é resultado obtido em si, mas a reflexão gerada acerca do problema.

Jin e Overend (2014) afirmam que há duas dificuldades principais na seleção de uma solução ótima para fachada: o número de variáveis envolvidas e o fato de cada uma delas impactar em uma série de requisitos de desempenho simultaneamente e, portanto, deve-se identificar e focar nas variáveis que mais impactarão no desempenho do edifício. Para isso, é preciso considerar que a alternativa mais adequada e os requisitos de desempenho mais relevantes podem variar de acordo com os objetivos do empreendimento, conforme destacado por Oliveira (2009).

Alguns trabalhos vêm sendo desenvolvidos sobre o processo de seleção tecnológica na construção. Entre eles, pode-se citar Souza (2003), Gondim (2007) e Morettini (2011). E, a fim de disponibilizar informações para seleção de alguns sistemas de fachada, o CBCA lançou um manual sobre tecnologias de fachada (MEDEIROS *et al,* 2014).

O objetivo deste artigo é analisar os métodos e requisitos considerados pelos projetistas na seleção dos sistemas de fachada, os agentes decisórios e a etapa de tomada de decisão, bem como discutir a relevância dos parâmetros considerados.

2 MÉTODO DA PESQUISA

Desenvolveu-se uma pesquisa exploratória por meio de entrevistas semiestruturadas com projetistas de arquitetura, consultores e construtoras/ incorporadoras a fim de complementar a experiência profissional da autora sobre a seleção dos sistemas de fachada no processo de projeto.

A área de abrangência desta pesquisa foi a cidade de São Paulo, devido à facilidade de acesso às informações e à representatividade deste município no contexto nacional quanto à introdução de novas tecnologias e de processos industrializados na construção.

A pesquisa objetivou obter informações sobre como se dá seleção dos sistemas de fachada no mercado atualmente, os principais requisitos e diretrizes considerados, os agentes decisórios, a etapa da tomada de decisão e o principal motivador para o uso de novas tecnologias. Permitindo, também, uma discussão dos parâmetros considerados.

A amostragem das entrevistas foi definida de modo a permitir explorar o cenário do mercado sob a ótica de diferentes agentes; não tendo como intuito mapear o cenário nacional ou gerar estatísticas. Assim como define

Yin (2001), os estudos exploratórios realizados basearam-se em fundamento lógico e no direcionamento para seleção dos entrevistados, para melhor entender o processo de seleção tecnológica praticado no mercado atualmente.

Para realização das entrevistas semiestruturadas foi elaborado um roteiro para uniformizar a abordagem e possibilitar comparação. Foram coletadas as seguintes informações: características da empresa; cargo do entrevistado; identificação dos agentes envolvidos no processo e suas interfaces; identificação das tecnologias mais empregadas nos últimos dez anos; identificação dos parâmetros analisados e do método para seleção dos sistemas de fachada. Foram conduzidas pesquisas exploratórias em sete empresas, conforme Quadro 1.

Quadro 1: Caracterização dos Estudos de Caso

	ATUAÇÃO	CARGO DO ENTREVISTADO	TEMPO NO MERCADO	NÚMERO DE FUNCIONÁRIOS
A	Consultoria e projeto de fachada (esquadrias e vidro)	Diretor	26 anos	Até 10
B	Consultoria e projeto de fachada (vedação e revestimento)	Sócio-diretor	07 anos	Até 20
C	Incorporação e construção	Engenheiro responsável (construção de novos negócios)	35 anos	Até 5000
D	Incorporação e construção	Coordenador de suprimentos	50 anos	Cerca de 1500
E	Arquitetura	Sócio-diretor	50 anos	Até 20
F	Arquitetura	Diretor	45 anos	Cerca de 60
G	Arquitetura (Desenvolvimento e concepção de projetos)	Sócio-diretor	06 anos	Até 10

Fonte: Os autores

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DA PESQUISA

As respostas foram analisadas e seu conteúdo sintetizado e discutido, conforme os tópicos em que a mesma foi conduzida.

3.1 Agentes e etapas

O Quadro 2 sintetiza as respostas dos entrevistados quanto à influência dos agentes na seleção dos sistemas de fachada. As linhas de A a G representam os sete estudos de caso.

Quadro 2: Influência dos agentes na seleção tecnológica do sistema de fachada

	ARQUITETO	CONSTRUTORA	CLIENTE / INCORPORADOR	CONSULTOR
A	Concepção	-	Valida definições	Especificações técnicas e acompanha execução
B	Concepção	Propõe alternativas	Valida definições	Especificações técnicas
C	Concepção conforme premissas	Discute aspectos logísticos	Sugere aspecto geral e valida definições	Especificações técnicas e ajustes na arquitetura
D	Concepção (20% da escolha)	Propõe alternativas (10% da escolha)	Valida definições (40% da escolha)	Especificações técnicas e análise crítica do projeto (30% da escolha)
E	Concepção	Propõe alternativas	Indica premissas e valida definições	Especificações técnicas
F	Concepção	Propõe alternativas	Indica premissas e valida definições	Especificações técnicas
G	Concepção e adequações no detalhamento	Discute aspectos logísticos	Sugere aspecto geral e valida definições	Especificações técnicas e ajustes na arquitetura

* A escala de cores indica o grau de influência de cada agente no processo, de acordo com o entrevistado. (quanto mais forte a cor, maior a influência).

Fonte: Os autores

Nos estudos de caso, destacou-se a importância do cliente como agente decisório, a partir de suas premissas estéticas, de prazo, custo, entre outras. Estas premissas são base para o desenvolvimento da proposta da arquitetura, que frequentemente é seguida em termos geométricos e estéticos ao longo do processo de desenvolvimento do projeto e de contratação do fornecedor. De modo que o arquiteto e o cliente (incorporador) são apontados como os agentes com maior influência na definição inicial da fachada.

A definição pelo uso de novas tecnologias também costuma ocorrer nesta etapa. Em geral, para dar ao edifício uma identidade atrelada à inovação ou sustentabilidade. Quando não ocorre no Estudo Preliminar, esta definição é parte da análise do processo construtivo na contratação do sistema de fachada. Normalmente, no desenvolvimento do anteprojeto, agregam-se outros projetistas e refinam-se as soluções, permitindo atribuir à fachada materiais e alternativas tecnológicas. Para que, no projeto executivo, soluções técnicas específicas, interfaces e demais especificações possam ser resolvidas. Consultores voltados para o conforto, o desempenho energético e a certificação podem atuar desde a fase de especificação dos materiais, buscando alternativas que viabilizem a concepção arquitetônica dentro dos requisitos desejáveis.

Todos os entrevistados mencionaram que a participação de consultores no processo é bastante comum quando se trata de sistemas industrializados de fachada (especialmente caixilharia ou sistemas com subestrutura metálica). Segundo A, D, F, G, estes consultores podem atuar durante o anteprojeto, mas na maioria dos casos, atuam apenas no projeto executivo.

Em um dos escritórios de arquitetura (F) há um consultor interno de fachada, que desenvolve um trabalho constante de pesquisa e contato com

fornecedores para auxiliar os responsáveis por cada projeto na seleção e detalhamento da vedação, revestimento e caixilharia. Sua participação não suprime a necessidade posterior de um consultor externo, para elaborar um projeto conceitual do sistema de fachada.

A entrada da empresa construtora no processo também pode impactar na solução adotada; seja por conta do processo construtivo e equipamentos necessários, da disponibilidade de mão de obra, ou da interface com outras atividades de canteiro. No caso da variação de fornecedores com produtos similares, também ocorre a proposição de ajustes no projeto para viabilizar soluções com menor custo.

De modo geral, as entrevistas revelaram um processo segmentado, onde os agentes envolvidos não atuam conjuntamente na definição do sistema de fachada. A cada agente cabe uma análise, que ocorre de forma sequencial, limitando sua interferência em definições previamente consolidadas.

Dentre as implicações do processo de projeto sequencial estão o risco de não atender ao programa de necessidades do edifício e de baixo desempenho, uma vez que não são contempladas as demandas de todos os agentes, como, por exemplo, dos fornecedores (BALLARD, 2002). Um cenário colaborativo com a atuação de um coordenador onde desde as fases iniciais os agentes envolvidos no projeto e na execução das fachadas participam da discussão pode agregar qualidade ao projeto, permitindo uma tomada de decisão global, reduzindo futuros problemas de interfaces.

3.2 Alternativas Tecnológicas

Questionados sobre a influência do uso do edifício no sistema de fachada adotado, todos os entrevistados apontaram para uma maior incidência de fachada envidraçada (especialmente painéis unitizados) nos edifícios corporativos, em decorrência da importância de aspectos estéticos e velocidade de execução. Quanto às áreas opacas, A, B, D, F afirmaram que os painéis pré-fabricados de concreto ganham mercado pela rapidez na montagem e controle no processo de produção.

O entrevistado B também destacou que em edifícios de logística, shoppings e indústrias, devido à importância da velocidade de execução e do custo, aumenta-se o uso de painéis pré-fabricados (de concreto e termo isolantes). Em edifícios institucionais e comerciais de menor altura, onde além dos aspectos estéticos, o custo é fator decisório sobre o prazo, segundo A, é comum soluções de caixilharia em sistema *stick* (aquele montado *in loco)*.

Os entrevistados elencaram as tecnologias de fachada com as quais trabalharam nos últimos 10 anos e apontaram as soluções que acreditam que continuarão ganhando espaço no mercado. Embora a alvenaria ainda se mostre presente, predomina o uso de fachada envidraçada combinada a sistemas de vedação industrializados (painel pré-fabricado, Light Steel Frame - LSF), conforme Quadro 3.

Quadro 3 : Tendência de utilização de tecnologias de fachada nos estudos de caso

	VEDAÇÃO				REVESTIMENTO		FACHADA ENVIDRAÇADA		
TECNOLOGIAS COM MAIOR TENDÊNCIA DE UTILIZAÇÃO	LSF	PAINÉS PRÉ-FABRICADOS DE CONCRETO	PAINÉS TERMOISOLANTES	ALVENARIA	ARGAMASSA/ MASSA TEXTURIZADA	ACM	UNITITIZADO	STICK	CAIXILHOS ENTRE-VÃOS
	57%	71%	29%	43%	14%	29%	71%	29%	14%
* o valor refere-se ao percentual de entrevistados que indicou cada tecnologia									

Fonte: Os autores

Sobre os principais motivadores e entraves para o emprego de novas tecnologias, A, D, E, G apontaram o custo e o prazo de execução como os principais fatores considerados. De acordo com B, C, E, F, G, premissas estéticas ou "de inovação" (associada à marca) costumam impulsionar o uso de novas tecnologias. Apenas A e G citaram a falta de desempenho comprovado como limitador no seu emprego.

3.3 Parâmetros analisados para a seleção da fachada

A análise e a contribuição para o processo de seleção do sistema de fachada passam pelo entendimento de como isto é tratado no mercado atual. Portanto, as entrevistas realizadas para este artigo buscaram conhecer os parâmetros utilizados, e como estes são avaliados, entendendo que o domínio deste processo pode levar as empresas a resultados que impactam na qualidade da execução e do edifício em uso.

No entanto, as respostas convergiram para um processo não sistemático onde predominam custo, prazo de execução e estética; variando em peso conforme premissas do empreendimento.

Outros parâmetros são analisados com maior ou menor frequência dependendo do projeto. O Quadro 4 sintetiza estes parâmetros e a frequência com que foram apontados pelos entrevistados.

Quadro 4 : Parâmetros considerados na seleção do sistema de fachada

CUSTO	100%
PRAZO	93%
ESTÉTICA	93%
CONFIABILIDADE DO FORNECEDOR/ DISPONIBILIDADE DE ENSAIOS E GARANTIAS	71%
MARKETING/ INTENÇÃO DE INOVAR	71%
DURABILIDADE	71%
MANUTENIBILIDADE	64%
DESEMPENHO TÉRMICO	64%
CERTIFICAÇÃO	57%
SEGURANÇA ESTRUTURAL	36%
ESTANQUEIDADE	29%
ACÚSTICA	7%
* O percentual refere-se à frequência com que os entrevistados apontaram cada parâmetro como relevante para a seleção tecnológica da fachada	

Fonte: Os autores

Os arquitetos (E, F, G) focam sua análise em aspectos diretamente

relacionados às premissas do cliente; como estética, custo, prazo, durabilidade, manutenibilidade, atendimento à certificação e desempenho térmico. A análise destes últimos dois parâmetros se completa apenas com a participação de um consultor, ainda em fase de desenvolvimento do Anteprojeto, podendo interferir na concepção da arquitetura. Quando avaliada a durabilidade e manutenibilidade, utilizam-se referências disponibilizadas pelos fornecedores, especialmente obras executadas. Posteriormente, há uma análise mais objetiva da durabilidade, por exemplo, no caso de projetos específicos de caixilharia em que se especificam os componentes conforme normas, com vistas à durabilidade.

Os engenheiros de empresas de construção/ incorporação (C, D), além de custo e prazo, avaliam a confiabilidade dos fornecedores (ao que associam, também, a durabilidade), a manutenibilidade e o atendimento à certificação. Sua análise ocorre com o projeto avançado (projeto executivo em andamento ou finalizado) e prioriza a fidelidade à proposta da arquitetura.

Uma pesquisa realizada com as 211 maiores empresas de projeto dos EUA por Ardit e Nawakorawit (1999) mostrou que a sequência de prioridade dada aos critérios na seleção de materiais nos projetos de edifícios é: custo inicial, estética e, por fim, manutenibilidade; ainda que 70% dos projetistas consultados concordem que as considerações sobre manutenibilidade poderiam ter maior impacto se consideradas nas fases iniciais de projeto. Os autores ainda concluíram que decisões equivocadas nestas fases geram a maior parte das falhas de desempenho do edifício.

Os consultores (A, B) apontaram um número maior de requisitos técnicos analisados, como confiabilidade dos fornecedores, manutenibilidade, durabilidade, desempenho térmico, segurança estrutural e estanqueidade. Sua análise, também em etapa avançada, não contribui para solução global da fachada, apenas define a especificação dos componentes.

Oliveira (2009), ao analisar o processo de projeto de fachada, destaca que na França, ao contrário do que ocorre no Brasil, os consultores são contratados no início do processo, permitindo que auxiliem na racionalização das soluções de projeto.

No entanto, no processo sequencial, como normalmente transcorrem os projetos no Brasil, o custo e o prazo de execução são premissas do projeto, indicados pelo cliente. Aspectos estéticos também costumam integrar as premissas, especialmente no caso de edifícios coorporativos e institucionais, pois sua fachada reflete a identidade da marca. Também associada à questão da incorporação e venda do produto, o desempenho ambiental e a certificação energética podem ser considerados. Por outro lado, demais requisitos de desempenho técnico, como os citados na norma de desempenho para edifícios habitacionais ABNT NBR 15.575[2], nem sempre são

[2] Apesar de este artigo não tratar de edifícios habitacionais, entende-se que os requisitos constantes nesta norma servem como referência para análise do desempenho técnico da fachada.

contemplados.

Quanto ao método de análise das alternativas, nenhum entrevistado apresentou processos sistemáticos ou métodos específicos para a definição do sistema de fachada. Além dos parâmetros citados como frequentemente considerados no processo (Custo, Prazo, Estética), os demais parâmetros variam conforme a etapa da análise e os agentes envolvidos. A ausência de análises sistemáticas torna o processo decisório subjetivo e limitado à experiência prévia dos envolvidos.

4 CONCLUSÕES

Pôde-se observar que a seleção da tecnologia de fachada se desenvolve ao longo de todo o processo de projeto, com a participação de agentes com diferentes interesses e repertórios; porém de forma segmentada, o que restringe a interferência dos especialistas no processo.

Frequentemente os consultores são contratados apenas na etapa de detalhamento e a arquitetura assimila aspectos geométricos para viabilizar o uso de cada tecnologia, mas não avalia o desempenho técnico ou ambiental e, tão pouco, consideram-nos como diferencial entre as alternativas no processo de seleção tecnológica.

Nos estudos de caso desenvolvidos, apenas na empresa F observou-se a contribuição de um consultor (interno) nas definições iniciais da fachada. Isto permite maior domínio sobre a seleção técnica da fachada, evitando que os projetistas atribuam exclusivamente aos fornecedores e executores a responsabilidade sobre o desempenho do sistema.

A Norma de Desempenho para Edifícios Habitacionais (ABNT NBR 15.575:2013) propõe responsabilidade compartilhada entre todos os agentes da cadeia construtiva, de modo que pode ser ingênua a opção de confiar exclusivamente na "marca", se não houver condições de averiguar o desempenho dos produtos.

A seleção da tecnologia feita no início do processo de projeto impacta em todo seu curso, no andamento das atividades em obra e no desempenho do edifício. Devendo, portanto, contemplar os fatores relevantes para cada uma destas etapas, contribuindo positivamente com seus resultados. Conforme já mencionado anteriormente, é importante para o processo de seleção tecnológica a compilação de dados e sua análise crítica, ampliando os parâmetros considerados e conscientizando os agentes decisórios das implicações de cada alternativa; não apenas no que concerne às premissas do cliente, mas também aos demais aspectos de desempenho técnico, por vezes negligenciados.

Os estudos de caso aqui apresentados e discutidos fazem parte de uma análise inicial e explora o processo de seleção tecnológica no mercado atual. A dissertação em desenvolvimento, a qual o presente estudo integra, propõe um método e os respectivos critérios para orientar a seleção do sistema de fachada durante a concepção do edifício, quando as decisões

têm maior potencial de intervir no seu desempenho global, ao mesmo tempo em que as informações para tomada de decisão são mais escassas.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

ARDITI, D.; NAWAKORAWIT, M.. Designing buildings for maintenance: designers' perspective. **Journal Of Architectural Engineering,** v. 5, n. 4, p.107-116, dez., 1999.

BALLARD, G.. Managing work flow on design projects: a case study. **Engineering Construction and Architectural Management**, v. 9, n. 3, p.284-291, jun., 2002.

CARRARO, M.; OLIVEIRA, L.A.. Os impactos do processo de projeto na execução e desempenho da fachada. **IV SBQP,** Viçosa, ago. 2015.

GONDIM, I.A.. **Modelo de apoio à decisão para seleção de tecnologias de revestimento de fachadas.** 180 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Civil, UFRS, Porto Alegre, 2007.

JIN, Q.; OVEREND, M.. Sensitivity of façade performance on early-stage design variables. **Energy and Buildings**, v. 77, p.457-466, jul. 2014.

LAUFER, A.; DENKER, G. R.; SHENHAR, A. J.. Simultaneous management: the key to excellence in capital projects. **Journal of Project Management**, v. 14, n. 4, p.189-199, 1996.

MEDEIROS, J.S.; MELLO, B.M.; ROGGERO, M.V.V.; SEGUNDO, M.J.P.; PIETRANTONIO, V.B.. **Tecnologias de vedação e revestimento para fachadas.** Rio de Janeiro: Instituto do Aço Brasil / CBCA, 2014. (Série Manual de construção em aço).

MEDEIROS, J.S.. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios.** 459 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, USP, São Paulo, 1999.

MELHADO, S.B.. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios.** 235 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2001.

MITROPOULOS, P.; TATUM, C.B.. Technology adoption decisions in construction organizations. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 125, n. 5, p.330-338, out, 1999.

MORETTINI, R.. **Tecnologias construtivas para a reabilitação de edifícios:** tomada de decisão para uma reabilitação sustentável. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia, USP, São Paulo, 2011.

OLIVEIRA, L.A.. **Metodologia para desenvolvimento de projetos de fachadas leves**. 267 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2009.

SOUZA, J.C.S. **Metodologia de análise e seleção de inovações tecnológicas na construção de edifícios:** aplicação para a vedação vertical de gesso acartonado. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia Civil, USP, São Paulo, 2003.

YIN, R.K.. **Estudo de Caso:** Planejamento e Métodos. 2. ed. [s.l.]: Sage Publications, 1994. 205 p. Trad: Daniel Grassi, Bookman, 2001.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO BINÔMIO SUSTENTABILIDADE E BIOSSEGURANÇA NO DESENVOLVIMENTO DE PROJETOS ARQUITETÔNICOS DE LABORATÓRIOS DE PESQUISA MÉDICA NA FIOCRUZ[1]

CORREIA, Márcia C. (1); LEAL, Bianca M. F. (2)

(1) FIOCRUZ, UFRJ/FAU/PROARQ, e-mail: marcia.correia@fiocruz.br; (2) UFRJ/FAU/PROARQ, e-mail: bianca.leal@ufrj.br

RESUMO

Edifícios para a área da saúde têm requisitos próprios, pois necessitam atender às regulamentações edilícias e recomendações específicas definidas pela Organização Mundial de Saúde. Entre estas edificações tem destaque os laboratórios, que demandam projetos mais específicos e complexos conforme o grau de biossegurança. No Brasil a Fundação Oswaldo Cruz – FIOCRUZ – é um centro de referência em pesquisas médicas, que demonstrando sua preocupação com a vanguarda, também na produção dos espaços de trabalho, têm desenvolvido projetos mais recentes incorporando e mostrando a preocupação do Governo Federal com a sustentabilidade. Conjugar requisitos de qualidade ambiental definidos pelas certificações de sustentabilidade para edificações com limitações impostas pela biossegurança, entretanto, não é uma tarefa fácil. Nesse sentido, o presente artigo, que faz parte de uma pesquisa de doutorado, realiza o confronto entre os requisitos de sustentabilidade ambiental propostos pelos AQUA e SBTool, e as limitações impostas pela biossegurança para laboratórios com classe de risco NB-3, com o objetivo de compatibilizar as exigências. O confronto entre esses requisitos e limitações indica que a biossegurança traz limitações, mas não se opõe à qualidade ambiental em arquitetura. Cabe estabelecer as diretrizes projetuais que poderão incorporar soluções e atender às duas demandas.

Palavras-chave: Edifícios para área de saúde. Biossegurança. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Buildings for health have their own requirements as they need meet building regulations and specific recommendations defined by the World Health Organization. Among these buildings has highlighted the laboratories facilities, which require more specific and complex projects according to the level of biosafety. In Brazil, the Oswaldo Cruz Foundation – FIOCRUZ – is a referral center for medical research, which demonstrated its concern at the forefront also in the production of workspaces, they have developed the latest designs already incorporating and showing the concern of the Federal Government to sustainability. Combining the environmental quality requirements defined by sustainability certification for buildings, with the limitations imposed by Biosecurity, however, is not an easy task. In this sense, this article, which is part of a doctoral research, conducts the confrontation between environmental sustainability criteria proposed by AQUA and SBTool, and the limitations imposed by biosecurity for risk class laboratories NB-3, with the aim to reconcile the requirements. The

[1] CORREIA, M. C.; LEAL, B. M. F. Avaliação do binômio sustentabilidade e biossegurança no desenvolvimento de projetos arquitetônicos de laboratórios de pesquisa médica na Fiocruz. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

confrontation between these requirements and limitations indicates that biosecurity has limitations, but is not opposed to environmental quality in architecture. It requires to set the projective guidelines that will incorporate solutions and meet both demands.

***Keywords**: Buildings for health. Biosafety. Sustainability.*

1 INTRODUÇÃO

Edifícios para a área da saúde têm requisitos próprios, pois necessitam atender não apenas às regulamentações edilícias, como também recomendações projetuais específicas definidas pela Organização Mundial de Saúde. Entre estas edificações, tem destaque os laboratórios que demandam projetos específicos com complexidades conforme o grau de biossegurança definido, que variam de 1 (mais brando) a 4 (mais severo). Esta classificação está detalhada na seção 3.

Em acréscimo a esta problemática, as construções públicas obrigatoriamente precisam ser sustentáveis. Nesse contexto, as edificações de laboratórios para a área da saúde são o objetivo deste trabalho.

Através do método comparativo e com a utilização de pesquisa bibliográfica e de estudo de caso, o presente artigo compara os requisitos de sustentabilidade com os aspectos arquitetônicos necessários para atingir a biossegurança. Para a avaliação da sustentabilidade ambiental foram utilizados os métodos AQUA e SBMethod, através de um estudo de caso de projeto de laboratórios para a FIOCRUZ.

2 SUSTENTABILIDADE E CERTIFICAÇÕES AMBIENTAIS

Apesar das discussões sobre sustentabilidade terem sido iniciadas em 1987, tendo como marco o relatório das Nações Unidas WCED conhecido como *Our Common Future* (UN, 1987), somente nos últimos anos o Brasil tem dado seus primeiros passos para a conscientização como comprova a edição de normas de obrigatoriedade (BRASIL, 2010). O conceito de sustentabilidade ainda não foi plenamente compreendido e é possível identificar construções certificadas com baixo desempenho ambiental. Neste sentido, é indiscutível o papel das ferramentas de avaliação e das certificações ambientais nesta conscientização.

Nesta linha, a primeira certificação criada foi a inglesa BREEAM na década de 1990, seguida em 1996 do sistema francês HQE e, em 2000, do norte-americano LEED (CORREIA; SALGADO, 2016).

2.1 AQUA

Apenas o método francês *HAUT QUALITY ENVIRONMENT* (HQE) foi adaptado para o Brasil e teve seu nome traduzido para o português, sendo chamado de Avaliação de Qualidade Ambiental – AQUA. Nele a construção pode ser avaliada nas seguintes fases do ciclo de vida das edificações: pré-projeto; projeto; execução e uso (VANZOLINI, 2016).

O método analisa quatorze categorias de sustentabilidade, também

chamadas de alvos que são agrupados em quatro áreas: eco construção, gestão, conforto e saúde. Entre os alvos listados (ver Tabela 1), pelo menos três requisitos precisam atingir o nível "melhores práticas" (maior nível de desempenho), ao menos quatro requisitos precisam ser classificados como "boas práticas" e os sete restantes são níveis "base" que seguem a prática corrente conforme a legislação local (VANZOLINI, 2016).

Tabela 1 – Organização das categorias do AQUA

Domínio 1: Categorias de controle sobre o meio ambiente Exterior	Domínio 2: Categorias para a criação de um bom ambiente interno
Eco-construção	Conforto
1) Relação do edifício com seu entorno	8) Conforto higrotérmico
2) Escolha integrada de produtos, sistemas e processos construtivos	9) Conforto acústico
3) Canteiro de obras com baixo impacto ambiental	10) Conforto visual
Gestão	11) Conforto olfativo
4) Gestão da energia	Saúde
5) Gestão da água	12) Condições sanitárias dos ambientes
6) Gestão dos resíduos de uso e operação do edifício	13) Qualidade do ar
7) Gestão da manutenção - Permanência do desempenho ambiental	14) Qualidade da água

Fonte: Adaptado de VANZOLINI, 2007

2.2 SBMethod

Um método ainda pouco conhecido no Brasil é o *Sustainable Building Method - SBMethod*, cuja ferramenta se chama SBTool, que surge em 1996 com participação de um consórcio de países do Sustainable Building Challenge (SBC) estimulado pela *International Initiative for a Sustainable Built Enviroment* (iiSBE) (LARSSON, 2015; SOUZA, 2008). A iiSBE tem o objetivo de desenvolver um método de avaliação mais acessível e suas principais características são suas grandes vantagens perante as demais certificações: ser gratuito, flexível e adaptável às especificidades de diferentes localidades. O SBMethod deu origem ao SBTool^{PT} (Portugal), Protocollo ITACA (Itália), SBTool CZ (República Checa) e ao ASUS (Brasil) (LARSSON, 2015).

O SBTool é composto por planilhas de Excel e estabelece um escopo genérico apropriado para uma região contemplando características do local (latitude, longitude, soluções de referências - *benchmarks*, emissões de gases, entre outros) e até três tipos de ocupação na mesma edificação (LARSSON, 2012).

A partir destas avaliações são estabelecidos pesos para as categorias e critérios (ver Quadro 1). Os pesos são definidos pelo responsável da organização regional que possuem influência na pontuação final, e são considerados segundo aspectos sustentáveis mais relevantes para aquele local. Parte das informações é fornecida por projetistas, que preenchem dados e avaliações específicas de um projeto. Não havendo informação

para um critério ou se for considerado sem importância para a análise do edifício, o critério pode ser desativado e não irá interferir na avaliação final (LARSSON, 2012).

Quadro 1 - Base para o critério dos pesos do SBTool

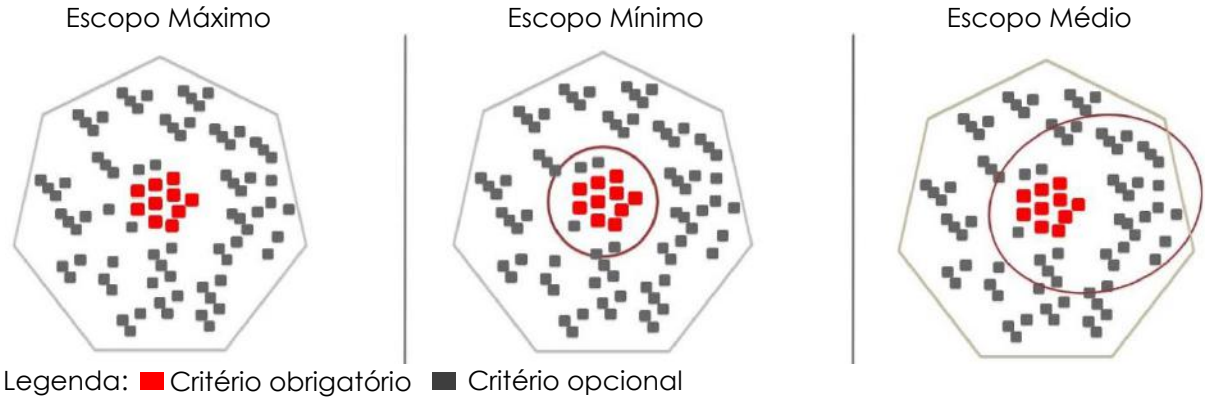
Parte Ajustável	Valores previamente definidos			
Efeitos potenciais de cargas e qualidades	Extensão do efeito potencial (1 a 5 pontos)	Duração do efeito potencial (1 a 5 pontos)	Intensidade do efeito potencial (1 a 5 pontos)	Sistema primário diretamente afetado (1 a 5 pontos)
1) Muito menos	1) Edifício	1) 1 a 3 anos	1) Menor	1) Serviços
2) Menos	2) Sítio / projeto	2) 3 a 10 anos	2) Moderado	1) Custo e economia
3) OK	3) Vizinhança	3) 10 a 30 anos	3) Maior	2) Conforto humano e bem-estar
4) Mais	4) Urbano / Regional	4) 30 a 75 anos		2) Recursos não energéticos
5) Muito mais	5) Global	5) > 75 anos		3) Recursos energéticos
				3) Recursos aquíferos
				4) Saúde humana
				4) Sistemas ecológicos
				5) Segurança de vida
				5) Sistema climático

Fonte: Traduzido e adaptado de Larsson e Bragança (2016)

A análise de desempenho é baseada em categorias que se subdividem em indicadores, estes variam de acordo com o tipo de escopo que será utilizado: escopo máximo, médio ou mínimo. O máximo cobre todas as questões de sustentabilidade propostas pela ferramenta, o mínimo corresponde apenas aos critérios essenciais de avaliação, enquanto o médio é variável entre os dois anteriores (LARSSON, 2015).

A Figura 1 demonstra a flexibilidade na seleção do escopo, em três opções: a imagem à esquerda contém todos os itens do escopo; a central abrange o escopo mínimo (em vermelho); à direita foram acrescidos alguns critérios além dos mínimos.

Figura 1 - Escopo do SBTool



Fonte: Adaptado de Larsson (2015)

Com isso, uma edificação pode ser avaliada conforme o tipo de escopo e a fase do ciclo de vida pela qual perpassam os indicadores do SBTool. Ver Quadro 2.

Quadro 2 - Categorias e indicadores do SBTool

Categorias		**Escopo**	**Quantidade de indicadores por fase do ciclo de vida**			
			Pré-projeto	**Projeto**	**Construção**	**Operação**
1	Localização, características locais e serviços disponíveis	Max	35			
		Med	20			
		Min	8			
2	Recuperação do solo, desenho urbano e infraestrutura	Max		22	0	21
		Med		12	0	11
		Min		2	0	2
3	Consumo de energia e de recursos	Max		10	6	10
		Med		8	4	7
		Min		4	2	3
4	Cargas ambientais	Max		19	7	18
		Med		6	1	6
		Min		2	0	2
5	Qualidade ambiental interna	Max		18	0	19
		Mid		10	0	10
		Min		2	0	2
6	Qualidade do serviço	Max		20	9	25
		Med		10	4	13
		Min		2	1	2
7	Percepção e	Max		10	2	10

	aspectos sócio culturais	Med		5	1	5
		Min		1	0	1
8	Custo e aspectos econômicos	Max		4	1	4
		Med		3	1	3
		Min		1	0	1
Total		Max	35	103	25	107
		Med	20	54	11	55
		Min	8	14	3	13

Fonte: Traduzido e adaptado de Larsson (2012)

O resultado da avaliação é feito com base em um *benchmark* da região, ou seja, utiliza a melhor prática construtiva local como referência zero da classificação. Assim, a pontuação final varia de -1 (caso de piora em relação ao *benchmark*) a +5 (melhor prática).

2.3 Justificativa da escolha do SBMethod

O SBMethod permite analisar um edifício em todas as fases do ciclo de vida: projeto, construção, uso e reforma. Utiliza a prática construtiva, características locais de cada região geográfica e o impacto de seus materiais locais, como *benchmark* ou nível zero. A partir deste nível zero, cada edificação deve buscar melhoria de seu desempenho, num processo de melhoria contínua, desta forma criando um círculo virtuoso.

3 BIOSSEGURANÇA E QUALIDADE AMBIENTAL

Os níveis de risco e de biossegurança em vigor podem ser organizados conforme a Quadro 3.

Quadro 3 - Relação entre níveis de biossegurança e de risco

Classes de Risco	**Níveis de Biossegurança**	**Níveis de Risco**	**Tipo de Laboratório**
1	**NB-1** Básico	Nenhum risco ou baixo risco individual e comunitário	**Laboratórios básicos de ensino e pesquisa** Nível adequado à manipulação de agentes biológicos conhecidos por não causarem doenças em adultos sadios.
2	**NB-2** Básico	Risco individual moderado e risco comunitário limitado (baixo a moderado)	**Laboratórios clínicos; laboratórios de serviços de diagnóstico e pesquisa** Nível adequado à manipulação dos agentes biológicos cujos riscos individuais são moderados e para a comunidade é baixo. O risco de propagação é limitado.
3	**NB-3** Contenção	Alto risco individual e baixo	**Laboratórios de diagnóstico e pesquisa especiais**

		risco coletivo	Nível adequado à manipulação dos agentes biológicos com potencial para transmissão por via aérea e a causarem patologias potencialmente letais, para as quais existem usualmente medidas de tratamento e/ou de imunização.
4	**NB-4** Contenção máxima	Alto risco individual e coletivo	**Laboratórios clínicos; laboratórios de serviços de diagnóstico e pesquisa** Nível adequado à manipulação dos agentes biológicos exóticos ou perigosos, com alto poder de transmissão por via respiratória ou transmissão desconhecida e alta letalidade. Não há medida profilática ou terapêutica eficiente.

Fonte: Adaptado de Teixeira e Valle (1996); Pessoa e Lapa (2003) e OMS (2004)

Diversos fatores se somam a estes na classificação dos níveis de risco à saúde e bem-estar dos homens, animais e ao meio ambiente em geral, como os patógenos, os agentes biológicos e produtos químicos envolvidos. Além do grau de patogenicidade para os seres vivos, o modo de transmissão, o raio de ação e a existência de medidas de prevenção também são levados em conta. Por outros objetivos, também são necessários diferentes níveis de contenção em laboratórios de produção de fármacos e de vacinas, também classificadas como áreas de saúde.

No caso de produção de fármacos e de vacinas, as áreas de contenção devem ter pressão atmosférica positiva e no caso de patógenos, a pressão atmosférica deve ser negativa. Sendo que em ambos devem ser garantidas as impossibilidades de ocorrência de trocas de ar por infiltração. Esta garantia se dá basicamente pelos sistemas de ventilação (insuflação e exaustão).

Além disto, outros requisitos físicos devem ser incorporados aos espaços de laboratórios, normalmente divididos em grupos conforme suas funções. É preciso ter controle de acessos, circulação independente, área de higiene e descontaminação (de pessoas, insumos, resíduos e equipamentos), área de utilidades e de equipamentos, sistemas de emergência e perímetro de contenção definido. Tudo sinalizado conforme as normas correspondentes a cada tipo de atividade e riscos envolvidos (TEIXEIRA; VALLE, 1996; COSTA, 2011).

Outros fatores se somam aos citados na classificação dos níveis de risco à saúde, a OMS (2004) e Costa (2011 *apud* PESSOA; LAPA, 2003, p.230) afirmam que profissionais que atuam em laboratórios de pesquisa, ensino e diagnóstico de saúde constituem o grupo de maior risco entre o total dos profissionais que trabalham na área da saúde e entre estes, os laboratórios de ensino e pesquisa são os de maior ameaça. Isto se dá pela alta rotatividade de pessoas, insumos e equipamentos nestes laboratórios.

Isto posto, no desenvolvimento de projetos para edificação de laboratórios

de produção, pesquisa científica e ensino assim como para biotérios conta-se com normas, regulamentos e guias de boas práticas a fim de se orientar para obter ambientes adequados, eficientes, seguros e saudáveis. Soma-se a essas questões a preocupação com a sustentabilidade, aspecto que ganhou força a partir da aprovação da Instrução Normativa n° 01 (BRASIL, 2010), além da Lei das Licitações, Lei Federal n° 8666/93, existente que exige edificações segundo os preceitos de sustentabilidade (BRASIL, 1993).

4 ESTUDO DE CASO: PROJETO DE INSTALAÇÕES LABORATORIAIS DA NOVA SEDE DA FIOCRUZ MINAS

A legislação brasileira em vigor exige que todas as contratações públicas sejam sustentáveis em atendimento à Lei das Licitações e suas leis correlatas como Lei do Pregão (Lei Federal N°10.520/2002).

A Fundação Oswaldo Cruz - FIOCRUZ, instituição federal que integra a estrutura do Ministério da Saúde também está obrigada a atender a estas mesmas exigências legais. No início de 2016 a FIOCRUZ obteve a certificação de seu futuro novo edifício sede em Belo Horizonte a nível de pré-projeto. Este é o estudo de caso escolhido para esta pesquisa cujas novas instalações abrigarão laboratórios, áreas administrativas e de apoio (CPQRR-FIOCRUS MINAS, 2016). Ver Figura 2.

Figura 2 - Centro de Pesquisa René Rachou, futura nova sede da FIOCRUZ Minas, em Belo Horizonte, Brasil



Fonte: CPQRR - FIOCRUZ MINAS, 2016.

No início do processo de avaliação foi necessário definir o nível de desempenho que se pretende alcançar para os quatorze alvos (ver Quadro 4). Neste perfil é necessário considerar pelo menos três alvos com "melhores práticas" e no máximo sete com desempenho "base". A FIOCRUZ/MG

extrapolou as exigências mínimas considerando cinco categorias como "melhores práticas", ao invés de três (CPQRR, 2016).

Quadro 4 - Alvos e nível de desempenho da FIOCRUZ Minas

14 Alvos		Nível de Desempenho do estudo de caso
Eco construção		
Categoria 1	Relação entre o edifício e seus arredores	Melhores Práticas
Categoria 2	Escolha integrada de materiais de construção, sistemas e processos	Base
Categoria 3	Canteiro de obras de baixo impacto ambiental	Melhores Práticas
Gerenciamento		
Categoria 4	Gerenciamento energético	Base
Categoria 5	Gerenciamento da agua	Melhores Práticas
Categoria 6	Gerenciamento de resíduos durante o uso e manutenção	Melhores Práticas
Categoria 7	Manutenção do desempenho ambiental	Melhores Práticas
Conforto		
Categoria 8	Conforto Hidrotérmico	Boas Práticas
Categoria 9	Conforto Acústico	Base
Categoria 10	Conforto Visual	Base
Categoria 11	Conforto Olfativo	Base
Saúde		
Categoria 12	Qualidade Sanitária Ambiental	Base
Categoria 13	Qualidade Sanitária do Ar	Base
Categoria 14	Qualidade Sanitária da Agua	Boas Práticas

Fonte: Adaptado de CPQRR - FIOCRUZ MINAS, 2016

A FIOCRUZ vem usando a certificação AQUA para a avaliação de seus projetos. Esta pesquisa propõe que a utilização do SBTool seria mais vantajosa para a avaliação da sustentabilidade por ser uma metodologia e ferramenta internacional, de uso livre, sem custo e plenamente adaptável às características locais.

5 CONFRONTO ENTRE REQUISITOS DE SUSTENTABILIDADE E BIOSSEGURANÇA

Essa seção realiza o confronto entre ferramentas de avaliação ambiental e aspectos arquitetônicos necessários para edificações com classe de risco 3, a fim de compatibilizar as limitações impostas pela biossegurança com uma construção sustentável.

5.1 Comparação entre os métodos

Os métodos que melhor se adequam à realidade brasileira são AQUA e SBMethod. Com isso, primeiramente, é necessário compará-los a fim de verificar qual se adequa ao estudo de caso (laboratórios NB-3). Ver Quadro 5. A coluna esquerda possui as quatorze categorias do AQUA, no centro

estão as oito categorias do SBTool e na direita apresentam-se as categorias do AQUA que se equivalem ao SBTool.

Quadro 5 - Comparação entre AQUA e SBTool

AQUA		SBTool		Equivalente no AQUA
1	Relação entre o edifício e seus arredores	1	Localização, características locais e serviços disponíveis	Categorias 1 e 2
2	Escolha integrada de materiais de construção, sistemas e processos	2	Recuperação do solo, desenho urbano e infraestrutura	Parcialmente avaliados na Categoria 3
3	Canteiro de obras de baixo impacto ambiental	3	Consumo de energia e de recursos	Parcialmente avaliados nas Categorias 3, 4 e 5
4	Gerenciamento energético	4	Cargas ambientais	Categorias 6 e 7
5	Gerenciamento da água	5	Qualidade ambiental interna	Categorias 8 a 14
6	Gerenciamento de resíduos durante o uso e manutenção	6	Qualidade do serviço	Não tem paralelo no AQUA
7	Manutenção do desempenho ambiental	7	Percepção e aspectos sócio culturais	Não tem paralelo no AQUA
8	Conforto Hidrotérmico	8	Custo e aspectos econômicos	Não tem paralelo no AQUA
9	Conforto Acústico			
10	Conforto Visual			
11	Conforto Olfativo			
12	Qualidade Sanitária Ambiental			
13	Qualidade Sanitária do Ar			
14	Qualidade Sanitária da Agua			

Fonte: Os autores

Com a comparação percebe-se que as categorias 6, 7 e 8 do SBTool não são consideradas pelo AQUA, enquanto as categorias 2 e 3 são apenas parcialmente avaliadas. Constata-se que o SBTool faz uma avaliação mais abrangente, devido à complexidade de sua estrutura, contemplando os impactos ambiental, social e econômico. Sendo mais eficiente na avaliação da sustentabilidade da edificação em todo seu ciclo de vida, o SBTool considera a longa vida útil das edificações se comparado com produtos de outras indústrias que não a construção civil. Ademais, sua adaptabilidade facilita a compatibilização com as normas de laboratórios, além de não possuir custo de utilização, característica vantajosa para órgãos públicos. Isto posto, foi utilizado o SBTool para defrontação com aspectos arquitetônicos necessários para edificações com classe de risco 3.

5.2 Matriz de análise

Para auxiliar no confronto entre os requisitos de sustentabilidade e de biossegurança, foi desenvolvida uma matriz de análise com base nas

categorias do SBTool e nos aspectos arquitetônicos necessários para garantir níveis de biossegurança NB-3 para laboratórios de saúde da FIOCRUZ Minas, além de segurança aos trabalhadores e meio ambiente. Dessa forma, verificou-se o impacto das edificações com classe de risco 3 segundo as áreas de análise de desempenho do SBTool e os resultados foram classificados como positivos (pos), neutros (nt) ou negativos (neg) conforme o impacto ambiental. Ver Quadro 6.

Quadro 6 - Matriz de análise

Categorias do SBTool		1) Controle de acesso	2) Perímetro de Contenção	3) Layout	4) Higiene e Descontaminação	5) Mobiliário e Superfícies	6) Tratamento de Resíduos	7) Utilidades e Equipamentos	8) Sistemas de Ventilação	9) Sistemas de Emergência e Acidentes
1	Localização, características locais e serviços disponíveis	nt	nt	nt	nt	nt	nt	nt	neg	pos
2	Recuperação do solo, desenho urbano e infraestrutura	pos	nt	nt	pos	nt	neg	nt	neg	pos
3	Consumo de energia e de recursos	neg	neg	nt	neg	nt	neg	neg	neg	nt
4	Cargas ambientais	nt	nt	nt	neg	nt	neg	neg	neg	nt
5	Qualidade ambiental interna	neg	neg	nt	neg	neg	pos	neg	neg	neg
6	Qualidade do serviço	nt	nt	nt	neg	pos	nt	pos	pos	nt
7	Percepção e aspectos sócio culturais	nt	pos	nt/ pos	pos	pos	pos	pos	pos	pos
8	Custo e aspectos econômicos	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	neg	Neg

Fonte: Os autores

Ao examinar esta matriz observa-se que a classificação negativa alcança 41,67% do total, a classificação neutra 36,11% e a classificação positiva 22,22% do total. Os itens com avaliação negativa estão mais presentes sendo a avaliação positiva a que possui o menor número de itens. Visto isto, conclui-se que existe espaço para melhoria destes índices revendo critérios e especificações de projeto.

6 CONCLUSÕES

O presente artigo considera as semelhanças e diferenças entre as metodologias de avaliação de sustentabilidade AQUA e SBMethod e

apresenta os resultados preliminares da investigação que busca compatibilizar sustentabilidade com a biosseguridade. Constatou-se que o SBMethod é mais vantajoso em relação ao AQUA e inclui avaliação socioeconômica e cultural propiciando uma análise mais completa. Ainda permite analisar um edifício em quase todas as fases do ciclo de vida, de pré-projeto à reforma, só deixando de considerar a demolição. Além disso, sua utilização não tem custo e utiliza características locais de cada região geográfica como nível zero, a partir do qual deve-se buscar melhoria de seu desempenho, num processo de melhoria contínua.

As instalações com alto nível de biossegurança possuem alto valor econômico, abrigam equipamentos caros além de demandarem um grande consumo de energia em sua operação, o que reflete nos impactos negativos apresentados. A atividade em si oferece alto risco individual e coletivo.

O confronto entre os requisitos de sustentabilidade e as limitações arquitetônicas que garantem a biosseguridade, indica que a biossegurança traz limitações, mas a discussão mostra que não se opõe à qualidade ambiental em arquitetura, cabendo estabelecer diretrizes projetuais mais criativas incorporando soluções para atender às duas demandas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Oswaldo Cruz, à CAPES e ao CNPq pelo apoio à pesquisa (Bolsa de Produtividade).

REFERÊNCIAS

BRASIL. **Instrução Normativa nº 1**, de 19 janeiro 2010. Disponível em: <http://www.comprasnet.gov.br/legislacao/legislacaoDetalhe.asp?ctdCod=295> Acesso em: 18 mai. 2016.

BRASIL**. Lei nº 8666**, de 21 junho de 1993. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L8666compilado.htm> Acesso em: 18 mai. 2016.

CORREIA, M.C; SALGADO, M. S. *HQE and its brand new sustainable reference framework challenges: a case study in FIOCRUZ, Brazil*. In: CENTRAL EUROPE TOWARDS SUSTAINABLE BUILDING – CESB, 16., 2016. Praga. **Anais...** Praga: 2016.

COSTA, R. N. **Qualidade Ambiental em laboratórios biomédicos**. 2011. 135 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – PROARQ, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2011.

CPQRR - FIOCRUZ MINAS. **Centro de pesquisa Rene Rachou.** Disponível em: <http:/www.cpqrr.fiocruz.br>. Acesso em: 19 abr. 2016.

LARSSON, N. **Part A, User Guide to the SBTool 2012 assessment framework**. 2012. Disponível em: <http://www.iisbe.org/node/140>. Acesso em: 18 mai. 2016.

____. **SBTool 2015 - overview 18Jul15**. 2015. Disponível em: <http://www.iisbe.org/sbmethod>. Acesso em: 18 mai. 2016.

LARSSON, N; BRAGANÇA, L. ***Using the SBTool System as a platform for education in sustainable built environment***. Disponível em: < http://www.iisbe.org/system/files/SBTool%20System%20as%20a%20platform%20for%20education%20in%20SBE.pdf>. Acesso em: 19 abr. 2016.

OMS - ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE SAÚDE**. Manual de segurança biológica em laboratório**. 3ª edição. Genebra: 2004.

PESSOA, C; LAPA, R. **Bioética e Biorrisco**: Abordagem Transdisciplinar. Edição 1. Rio de Janeiro: Interciência, 2003. 417 p.

SOUZA, A. D. S. **Ferramenta ASUS**: proposta preliminar para avaliação da sustentabilidade de edifícios brasileiros a partir da base conceitual da SBTool. Dissertação (Mestrado) – Centro Tecnológico, Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo. 2008.

TEIXEIRA, P; VALLE, S. **Biossegurança**: uma abordagem multidisciplinar. 1º edição. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 1996. 362 p.

UN - United Nations. **Report of the *World Commission on Environment and Development***: *Our Common Future* (WCED). 1987. Disponível em: <http://www.un-documents.net/wced-ocf.htm>. Acesso em: 19 abr. 2016.

VANZOLINI, Fundação. **Referencial Técnico de Certificação**: Edifícios do setor de serviços – Processo AQUA. 2007. 241p.

VANZOLINI, Fundação. **Certificação AQUA-HQE**. Disponível em: <http://vanzolini.org.br/aqua/certificacao-aqua-hqe/>. Acesso em: 06 jun. 2016.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CONFIGURAÇÃO DAS ÁREAS DE LAZER DOS EDIFÍCIOS VERTICAIS MULTIFAMILIARES CONTEMPORÂNEOS: ESTUDO DE CASO EM MACEIÓ-AL[1]

CAVALCANTE, Marta (1); TOLEDO, Alexandre (2)

(1) UFAL, e-mail: martacristina.arquitetar@gmail.com; (2) UFAL, e-mail: alexandre.toledo@fau.ufal.br

RESUMO

As áreas comuns dos edifícios verticais multifamiliares contemporâneos apresentam quantidade cada vez maior de ambientes de lazer. O mercado imobiliário trabalha com os atributos dos imóveis em busca da consolidação das vendas, destacando-se aqueles relacionados com o estilo e a qualidade de vida desejados pelos compradores. O objetivo do presente artigo é caracterizar a ocorrência e a configuração dos ambientes de lazer nas áreas comuns desses edifícios, na cidade de Maceió-AL, entregues ou em lançamento no período de 2010 até 2015. Trata-se de resultado de dissertação de mestrado em arquitetura e urbanismo, em conclusão. Selecionaram-se, como objeto de estudo, 31 edifícios verticais multifamiliares de sete construtoras que atuam na cidade, por meio de portfólios disponibilizados na internet. Agruparam-se os ambientes de lazer encontrados em quatro categorias: infantil, juvenil, adulto e compartilhado. Na categoria infantil, predominou o playground; na juvenil, a sala de estudos; na adulto, a piscina adulto; e na compartilhado, o salão de festas fechado. Constatou-se que a maioria dos ambientes de lazer se localiza no pavimento pilotis dos edifícios. O fato de todos os 31 edifícios pesquisados possuírem áreas de lazer aponta para uma tendência contemporânea de oferta para essa tipologia, atendendo aos apelos da sociedade de consumo.

Palavras-chave: Edifícios multifamiliares. Equipamentos de lazer. Mercado imobiliário.

ABSTRACT

The common areas of contemporary vertical multifamily buildings have increasing amount of recreational ambient. The estate market works with the attributes of real estate in search of sales consolidation, especially those related to the style and quality of life desired by buyers. The purpose of this paper is to verify the extent and configuration of recreational ambient facilities in the common areas of the buildings in the city of Maceió-AL, delivered or launch period 2010 to 2015. This is a result of Master's dissertation in architecture and urban design being concluded. They were selected as study object, 31 vertical multifamily buildings of seven construction companies operating in the city, through portfolios available on the internet. They grouped the recreational ambient found in four categories: children, teen, adult and shared. In the children's category, predominated playground, in the teen category, study room; in the adult category, adult pool; and shared category, enclosed party room. It was found that most of the recreational ambient is located on pilotis floor of the buildings. The fact that all 31 buildings surveyed having recreational areas points to a contemporary trend offer for this typology, attending to the calls of the consumer society.

[1] CAVALCANTE, Marta; TOLEDO, Alexandre. Configuração das áreas de lazer dos edifícios verticais multifamiliares contemporâneos: estudo de caso em Maceió-AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Multifamily buildings. Recreational ambient. Estate market*

1 INTRODUÇÃO

Os edifícios verticais multifamiliares são construídos pelo mercado imobiliário com o objetivo de venda. A publicidade imobiliária promove seus objetos por meio de signos que se relacionam com os interesses do seu público alvo, dentre estes a felicidade, que pode ser alcançada ao se possuir áreas privadas com ambientes de lazer diversos. A sociedade de consumo, que opera com signos e não objetos, está aberta a este tipo de publicidade e espera ser informada pela mídia sobre a moda do momento que leva à felicidade.

O mercado imobiliário é o responsável pela transformação das cidades, enquanto faz surgir edificações em locais desabitados e promove a verticalidade de bairros anteriormente horizontais. Sua produção atual, relacionada aos edifícios verticais multifamiliares apresenta as áreas de lazer como o que há de mais importante a ser visto e desejado nesses empreendimentos. Vargas (2014, p. 6 e 7) apresenta os agentes do mercado imobiliário como os solicitantes de projetos de edificações para venda: incorporadores, indústria da construção civil e demais personalidades com voz ativa frente às demandas para o projeto. Esses agentes desejam criar valor de uso para outros com a intenção de realizar valor de troca para eles mesmos. Buscam em seus projetos flexibilidade, rentabilidade, baixo custo de produção, retorno imediato e liquidez.

Somado ao valor de uso, condição de abrigo para as diversas atividades humanas inerentes ao solo urbano e suas edificações, Vargas (2014, p.36 e 38) também identifica o valor de signo decorrente do status e do prestígio relacionado à posse de um imóvel. Esse valor também pode ser transferido, quando da venda ou aluguel do mesmo, realizando valor de troca. O solo urbano adquire, então, valor de uso, valor de troca e valor de signo. A inserção de valores de signo nos edifícios verticais multifamiliares passa pelo crivo publicitário e chega ao arquiteto como uma demanda de projeto.

Villa e Orstein (2009) observam que apesar da demonstração de um avanço em direção à qualidade na construção das edificações, no que se refere à qualidade do projeto, parece ainda insuficiente, já que essencialmente os modelos de projetos de edifícios de apartamentos oferecidos por muitas empresas se mantêm basicamente os mesmos. A maioria dos produtos idealizados parte de premissas projetuais baseadas na liquidez e na obtenção de lucros, ideais para o incorporador e construtor, em detrimento ao atendimento às demandas reais dos usuários.

O marketing tem papel predominante neste processo, se sobrepondo ao papel do arquiteto, desvalorizando o sentido mais amplo da arquitetura e relegando estes profissionais a cuidar das questões mais cosméticas e acessórias. Embora a produção de apartamentos pertença à esfera da construção civil, cujo projeto tem como especialista o arquiteto, a configuração do negócio imobiliário tem envolvido agentes de diversas

especialidades com a finalidade de produzir negócios altamente vendáveis e lucrativos. Desta forma, a cadeia produtiva envolve setores tidos como mais importantes que o dos projetistas do empreendimento, como no caso da publicidade (VILLA; ORSTEIN, 2009).

Visualizando os imóveis como objetos, Baudrillard (2008, p.180) mostra que a publicidade personaliza os objetos: eles são quentes ou frios, são indiferentes, hostis ou espontâneos, sinceros e comunicativos. Os objetos não se propõem a um determinado uso, eles entregam-se, desdobram-se, procuram pelos consumidores, existem por causa deles e também os amam. E porque o consumidor é amado, ele existe, isso é essencial, a compra é secundária.

A função da personalização para Baudrillard (2008, p.150–151) não é somente um valor acrescentado, é um valor parasitário. O inessencial aqui é usado para promover o consumo. Os acréscimos inessenciais são tidos como mérito, ligando-se à noção de valor, diferença por excesso.

Para Gomes (2004, p. 124 *apud* SOUZA, 2007, p. 4), o lazer compreende o jogo, a brincadeira, a festa, o passeio, as artes (pintura, escultura, literatura, dança, teatro, música e cinema), como também o ócio. Dumazedier (1973, p. 34, *apud* GOMES, 2008.) apresenta o lazer como uma atividade a qual o indivíduo se entrega de livre vontade, seja para repousar, divertir-se, recrear-se, entreter-se, ou ainda para desenvolver sua formação desinteressada, sua participação social voluntária ou livre capacidade criadora, após cumprir com suas obrigações profissionais, familiares e sociais.

O Plano Diretor de Maceió prevê a reserva de áreas livres para o lazer nos empreendimentos residenciais multifamiliares. No artigo 426 torna obrigatória a reserva de 10% da área livre e aberta do pavimento pilotis para recreação infantil, preservada do tráfego de veículos. Ou 5% de área livre e aberta, mais 5% no mezanino ou cobertura, quando da impossibilidade dos 10% no pilotis.

Gavião (2012), analisa os pavimentos térreos de condomínios residenciais de São Paulo por meio de informações baseadas em avaliações de uso. Ela conclui que os usuários das áreas de lazer querem espaços adequados e apropriados para atividades, como quadras, churrasqueiras e piscinas. Entretanto também aponta a imposição das empresas de marketing, que desejam ganhar o mercado com novos itens de consumo e desejo, não dando importância ao uso que se dará aos novos ambientes criados.

O surgimento de novos equipamentos de lazer nos edifícios verticais multifamiliares pode ser explicado a partir de Bauman (2.008, p.53-54), quando ele apresenta uma economia consumista baseada no excesso e no desperdício para poder atender a todas as necessidades, impulsos, compulsões e vícios, que precisa oferecer novos mecanismos de motivação, orientação e monitoramento para a conduta humana, que tem como regra o surgimento dos produtos e depois a descoberta de suas aplicações.

Entretanto, o consumidor não pode ser associado a um fantoche inteiramente fabricado pelos especialistas de comunicação. O

hiperconsumidor não é um indivíduo hipnotizado, passivo e maleável ao fascínio cultural da mídia. O "*Homo* consumericus" é um ator, um sujeito cujos gostos e interesses, valores e predisposições filtram as mensagens a que está exposto. Ele tria e seleciona as solicitações que o assaltam, prestando atenção apenas ao que está em ressonância com seus interesses, suas expectativas, suas preferências (LIPOVETSKY, 2007, p.177–178).

O mercado imobiliário, na cidade de Maceió – AL, está utilizando a área de lazer dos edifícios verticais multifamiliares como principal material para a publicidade. Qual é a ocorrência e a configuração dos ambientes de lazer?

1.1 Objetivo

Caracterizar a ocorrência e a configuração dos ambientes de lazer nas áreas comuns dos edifícios verticais multifamiliares, na cidade de Maceió-AL, entregues ou em lançamento no período de 2010 até 2015.

2 METODOLOGIA

Selecionaram-se, como objeto de estudo, 31 edifícios verticais multifamiliares de sete construtoras que atuam na cidade de Maceió-AL, por meio de portfólios disponibilizados na internet. A escolha da amostra foi não probabilística e acidental, pois que ela apenas dependeu do nível de informações disponibilizadas pelas construtoras para cada edifício que estava dentro do período temporal da pesquisa, 2010 até 2015 (Quadro1).

Essa é uma pesquisa exploratória, com o objetivo de haver uma maior familiaridade com o problema. O número de edifícios foi limitado pela qualidade das informações obtidas, o que levou ao descarte de alguns edifícios na fase de coleta de informações junto às construtoras não colaborativas.

Dentre os edifícios da amostra, 11 se encontram em fase de lançamento ou em construção e 20 deles já entregues e ocupados por moradores.

Todos os 31 edifícios possuem áreas comuns com ambientes de lazer, compreendendo um total de 35 tipos diferentes de ambientes que se dividiram em 4 grupos, de acordo com o tipo de usuários:

- Lazer infantil – crianças; com 6 ambientes: piscina infantil, playground, brinquedoteca, berçário, minigolfe e xadrez/dama gigante.
- Lazer juvenil – adolescentes; com 5 ambientes: sala de estudos, ateliê de artes, *lan house*, espaço *teen* e garage *band*.
- Lazer adulto – adultos; com 14 ambientes: piscina adulto, piscina coberta, piscina relax, piscina senadinho, sauna, spa zen, espaço "fitness", ginástica, "home office", longe praia, espaço mulher, bar, pista de "cooper" e redário.
- Lazer compartilhado – crianças, adolescentes e adultos, em conjunto; com 10 ambientes: terraço descoberto, churrasqueira, espaço gourmet, salão de festas fechado, salão de festas open, praça, salão de jogos,

quadra poliesportiva, quadra de praia e "home cine".

Quadro 1 – Característica geral da amostra

Lançamento	Início das obras	Entregue / ocupado	Construtora	Nº	EDIFÍCIO	Ambientes de lazer	Tipologia (nº de dormitórios)
		2010	A	1	Personale	5	3
	2010	PRONTO		2	Vitreo	7	4
	2011	PRONTO		3	Setai	6	1 e 2
2015				4	One	8	3 e 4
2015				5	Gran Marine	26	3 e 4
2015				6	Hit	10	3 + 1 r.
2015				7	Prime	7	3
2015				8	Life	13	3
	2009	2011		9	Amalfi	8	3
	2010	PRONTO		10	Atmosfhera	6	3
		2010		11	Versatile	4	2 e 3
	2011	PRONTO		12	Vitta	5	2 + 1 r.
2015				13	Double	7	3 e 4
	2015		B	14	Mirante Clube Stratégia	19	3
		PRONTO		15	Dulce Tenório	6	2 e 3
		PRONTO		16	Dilma Paiva	11	2 e 3
		2013	C	17	Cádiz	3	3
2010		2014		18	Mares do Sul	8	2 e 3
		2014	D	19	Residencial Alto das Alamedas	29	3
		2015	E	20	Parque Paraíso das Àguas	7	1 e 2
	obra			21	Parque Pontal das Marés	7	2
	obra			22	Mundaú Condomínio Clube	6	2
		2010	F	23	Iluminatto	3	2 + 1 r.
	2015			24	Syrah	19	3
	2011	2014		25	Índico	3	3
	2010	2013		26	Luna Dorata	8	2 e 3
	2012	2015		27	Sangiovese	11	1 e 2
	2011	2014		28	Chardonnay	9	3
		2012		29	Spazio Vitalle	4	1 e 2
2008		2011		30	Classic	11	4
	2014			31	Pinot Noir	10	1 e 2
				31 EDIFÍCIOS			

EDIFÍCIOS ENTREGUES E OCUPADOS POR MORADORES

Fonte: Os autores

A localização dos ambientes de lazer foi observada em relação aos pavimentos dos edifícios: subsolo, pilotis/térreo, mezanino, cobertura e

outros[2].

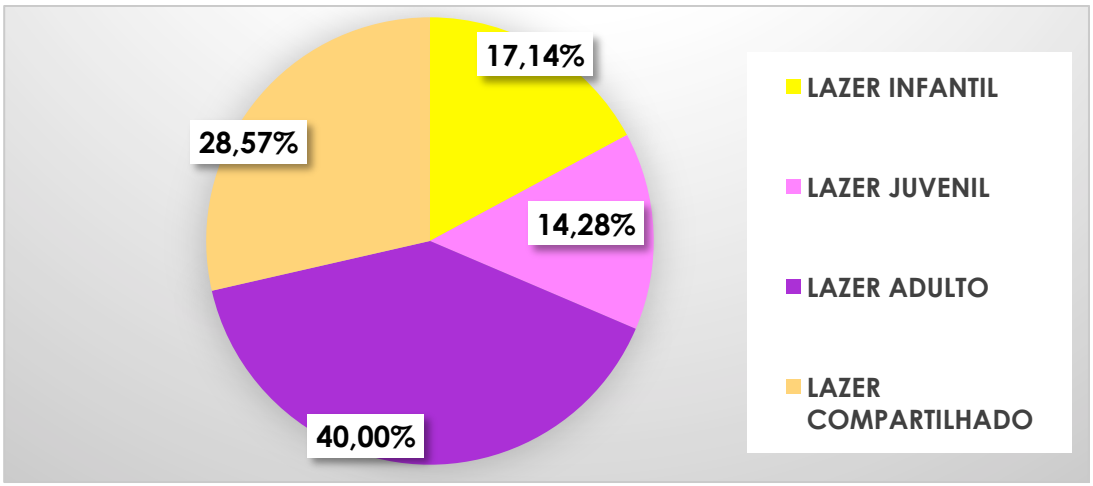
3 CARACTERIZAÇÃO DOS AMBIENTES DE LAZER

Todos os 31 edifícios verticais multifamiliares da amostra possuem ao menos um equipamento de lazer dos grupos lazer adulto e lazer compartilhado. O lazer infantil não ocorre em 4 edifícios e o lazer juvenil não ocorre em 16, o que representa mais da metade da amostra.

Os 4 grupos de lazer ocorrem, dentre os 35 ambientes de lazer identificados, da seguinte maneira: lazer infantil, com 17,14% dos ambientes; lazer juvenil, com 14,28%; lazer adulto, com 40,00%; e lazer compartilhado, com 28,57% (Gráfico1).

O grupo adulto apresenta a maior quantidade de ambientes de lazer.

Gráfico 1 – Ocorrência dos ambientes de lazer



Fonte: Os autores

3.1 Lazer infantil

Todos os ambientes do grupo lazer infantil se localizam no pavimento pilotis. Nenhum dos 31 edifícios possui todos os ambientes deste grupo. O que possui mais ambientes é o Ed. Syrah, com previsão de conclusão da sua obra para 2018, que contém playground, brinquedoteca, minigolfe e xadrez/dama gigante. Esses dois últimos equipamentos ocorrendo apenas neste edifício (Quadro 2).

Quatro dos edifícios da amostra (Personale, Setai, Versatile e Vita) não possuem equipamentos de lazer infantil em seus projetos originais, estando em desacordo com o Plano Diretor da cidade de Maceió. Porém, constatou-se em visitas *in loco,* alterações feitas pelos moradores em três deles, com acréscimo do ambiente do grupo lazer infantil, playground. Apenas o edifício Setai, que possui a tipologia com menor número de dormitórios dentre esses

[2] Faixa de areia externa, em frente ao mar, e área de vegetação em nível mais baixo do que o pilotis/térreo.

quatro edifícios, 1 e 2 dormitórios, não acrescentou ambiente de lazer infantil.

Quadro 2 – Ambientes de lazer infantil

EDIFÍCIO	Ambientes de lazer	LAZER INFANTIL					
		Piscina infantil	Playground	Brinquedoteca	Berçário	Minigolfe	Xadrex/dama gigante
Personale	0						
Vitreo	2		■	■			
Setai	0						
One	2		■	■			
Gran Marine	3	■	■	■			
Hit	2		■	■			
Prime	2		■	■			
Life	2		■	■			
Amalfi	2		■	■			
Atmosfhera	2		■	■			
Versatile	0						
Vitta	0						
Double	1			■			
Mirante Clube Stratégia	3	■	■	■			
Dulce Tenório	1			■			
Dilma Paiva	2	■	■				
Cádiz	1	■					
Mares do Sul	2		■	■			
Residencial Alto das Alamedas	3	■	■	■			
Parque Paraíso das Àguas	2	■	■				
Parque Pontal das Marés	3	■	■	■			
Mundaú Condomínio Clube	2	■	■				
Iluminatto	1		■				
Syrah	4		■	■		■	■
Índico	1		■				
Luna Dorata	1		■				
Sangiovese	2			■	■		
Chardonnay	1			■			
Spazio Vitalle	1		■				
Classic	2		■	■			
Pinot Noir	2		■	■			
		8	22	19	1	1	1

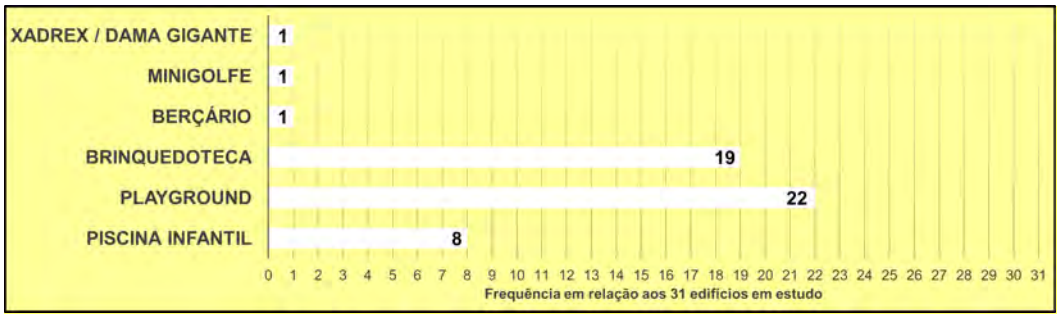
Localização dos equipamentos: 1 SUBSOLO | 2 PILOTIS / TÉRREO | 3 MEZANINO | 4 COBERTURA | 5 OUTROS

Fonte: Os autores

O ambiente de lazer com mais frequência de ocorrência é o *playground*, ocorrendo em 22 dos edifícios da amostra, seguido pela brinquedoteca, em 19 dos edifícios. O xadrez/dama gigante, o minigolfe e o berçário ocorreram apenas uma vez (Gráfico 2).

O ***playground*** ocorre sempre em local aberto e descoberto. São brinquedos em sua maioria constituídos por material plástico e em alguns casos em madeira.

Gráfico 2 – Ambientes do grupo lazer infantil



Fonte: Os autores

A **brinquedoteca** ocupa, em toda a amostra, locais fechados que abrigam mesas e cadeiras para crianças, brinquedos e material de desenho, como também decoração que remete ao imaginário infantil.

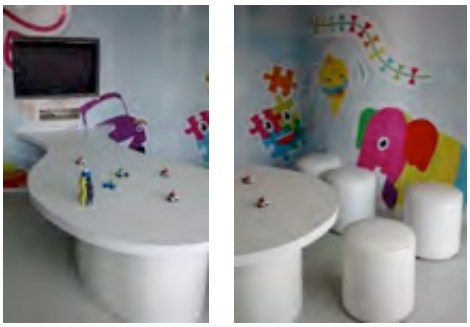
A publicidade apresenta imagens do lazer infantil. Algumas construtoras entregam os edifícios com esses ambientes equipados, de acordo com o material publicitário, outras não, entregando-os vazios ou com um conteúdo diferente (Figuras 1, 2, 3, 4 e 5).

Figura 1 – Brinquedoteca- imagem publicitária, Ed. Atmosfhera



Fonte: http://www.v2construcoes.com.br/) atmosphera (05/07/2015)

Figura 2 e 3 – Brinquedoteca- ambiente entregue, Ed. Atmosfhera



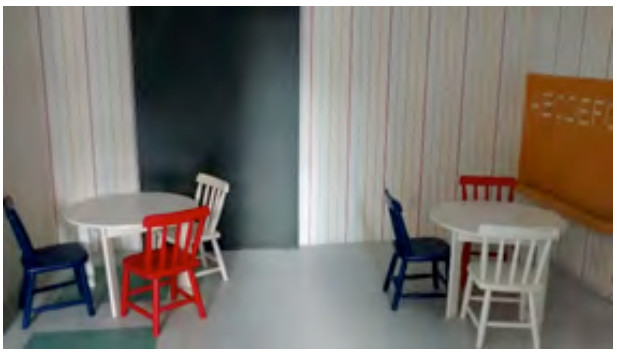
Fonte: Marta Cavalcante (2016)

Figura 4 – Brinquedoteca- imagem publicitária, Ed. Mares do Sul



Fonte: http://recordinc.com.br/empreendimento.aspx?id=20#tit_andamento (21/10/2015)

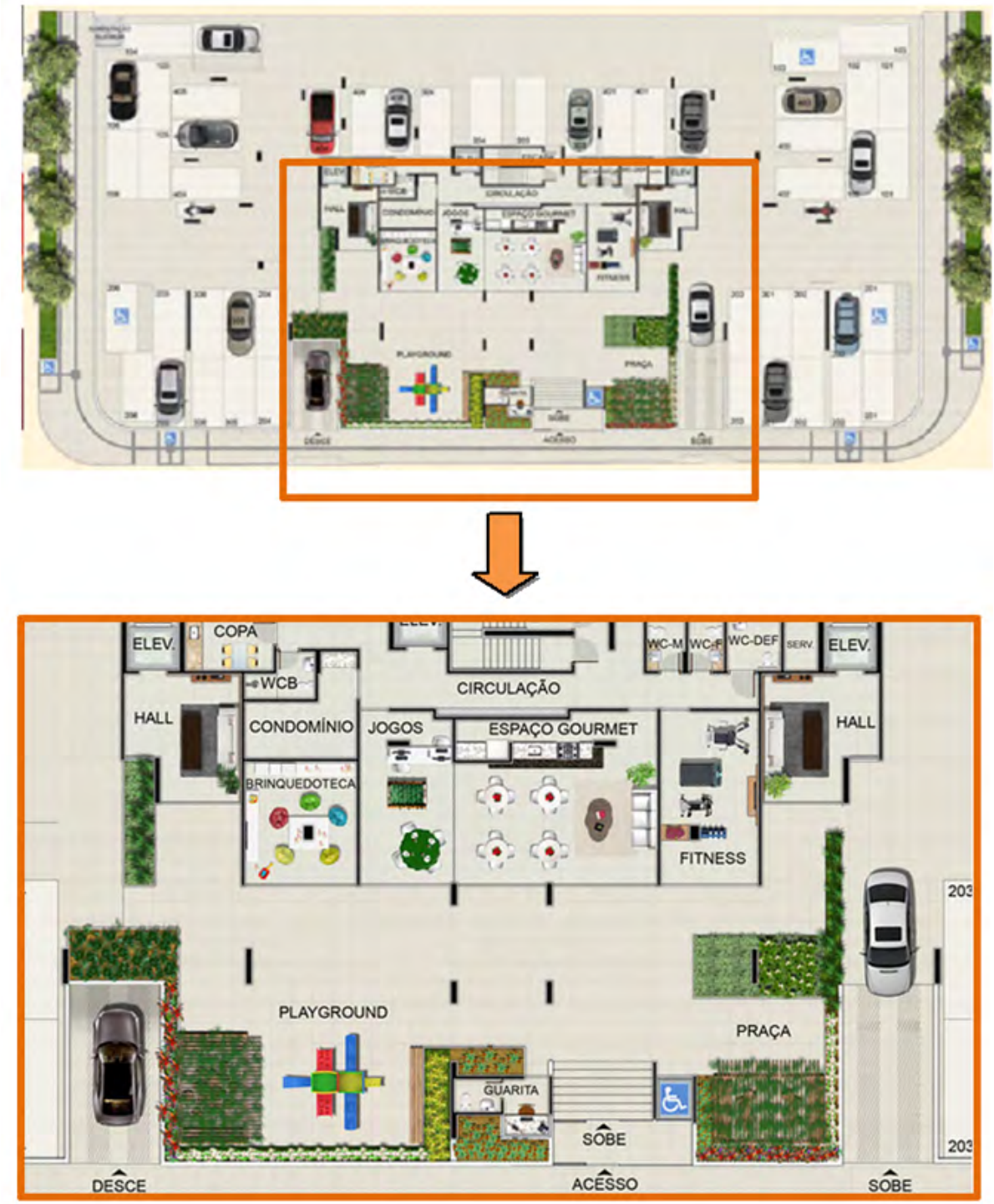
Figura 5 – Brinquedoteca- ambiente entregue, Ed. Mares do Sul



Fonte: Marta Cavalcante (2016)

A brinquedoteca, na maior parte da amostra, localiza-se próxima ao *playground*, formando com este um conjunto direcionado ao lazer infantil (Figura 6).

Figura 6 – Proximidade entre *playground* e brinquedoteca, Ed. Prime



Fonte: http://www.v2construcoes.com.br/prime/plantas/ (02/07/2015)

Dentre os edifícios entregues, verificaram-se algumas mudanças relacionadas ao lazer infantil, promovidas por seus moradores (Quadro 3):

Quadro 3 – Mudanças promovidas por moradores

EDIFÍCIOS	MUDANÇAS
Sangiovese	Inseriu playground no salão de jogos
Versatile, Vitta e Personale	Inseriram playground na área da praça (Figura 7)
Atmosfhera	Transferiu playground de área próxima à praça para área coberta sob o pilotis (Figura 8)
Cádiz	Inseriu playground sob a escada que interliga o pilotis ao mezanino (Figura 9)
Chardonnay	Inseriu playground no salão de festas (Figura 10) e utiliza a área da brinquedoteca como salão de jogos e depósito

Fonte: Os autores

Figura 7 – Playground inserido na praça, Ed. Versatile



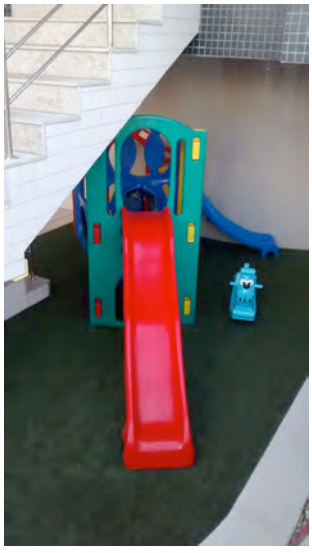
Fonte: Marta Cavalcante (2016)

Figura 8 – Playground sob o pilotis, Ed. Atmosfhera



Fonte: Marta Cavalcante (2016)

Figura 9 – Playground sob a escada para o mezanino, Ed. Cádiz



Fonte: Marta Cavalcante (2015)

Figura 10 – Playground no salão de festas, Ed. Chardonnay



Fonte: Marta Cavalcante (2015)

3.2 Lazer juvenil

A maior parte dos ambientes desse grupo localizam-se no pavimento pilotis, sendo que 2 edifícios apresentam sala de estudos no mezanino e 1 deles *garage band* no subsolo (Quadro 4).

Nenhum edifício possui todos os ambientes deste grupo. O que possui mais

ambientes é o Res. Gran Marine, ainda em construção, com duas salas de estudos, uma em cada torre, um espaço *teen* e uma *garage band*. Este último equipamento ocorrendo apenas neste empreendimento.

Não há equipamentos de lazer juvenil em 16 dos edifícios estudados, mais da metade da amostra (51,61%).

Quadro 4 – Ambientes de lazer juvenil

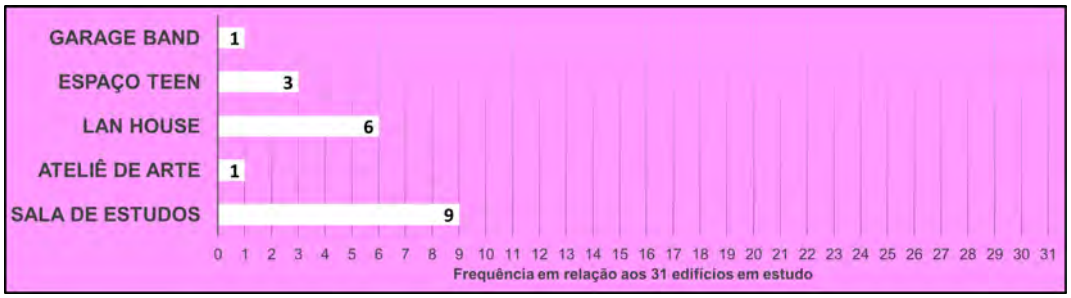
EDIFÍCIO	Ambientes de lazer	LAZER JUVENIL				
		Sala de estudos	Ateliê de arte	Lan house	Espaço teen	Garage band
Personale	0					
Vitreo	1					
Setai	0					
One	1					
Gran Marine	3					
Hit	1					
Prime	0					
Life	1					
Amalfi	2					
Atmosfhera	1					
Versatile	0					
Vitta	0					
Double	1					
Mirante Clube Stratégia	2					
Dulce Tenório	1					
Dilma Paiva	0					
Cádiz	0					
Mares do Sul	0					
Residencial Alto das Alamedas	2					
Parque Paraíso das Àguas	0					
Parque Pontal das Marés	0					
Mundaú Condomínio Clube	0					
Iluminatto	0					
Syrah	1					
Índico	0					
Luna Dorata	0					
Sangiovese	1					
Chardonnay	1					
Spazio Vitalle	0					
Classic	0					
Pinot Noir	1					
		9	1	6	3	1

Localização dos equipamentos: 1 SUBSOLO | 2 PILOTIS / TÉRREO | 3 MEZANINO | 4 COBERTURA | 5 OUTROS

Fonte: Os autores

O ambiente de lazer com mais frequência de ocorrência é a sala de estudos, presente em 9 dos edifícios da amostra, seguida pela *lan house*, em 6 dos edifícios (Gráfico 3).

Gráfico 3 – Ambientes do grupo lazer juvenil



Fonte: Os autores

O ambiente **sala de estudos,** que não é bem um ambiente de lazer, porque estudar não é necessariamente lazer**,** surge na construtora A e B, o ambiente ***lan house*** nas construtoras D e F. E a construtora B possuindo um edifício, com esses dois ambientes. Nas imagens publicitárias destes dois tipos de lazer juvenil, muitas vezes eles se confundem, parecendo conter a mesma função, e em alguns portfólios há a designação conjunta "sala de estudos/*lan house*" (Figura 11). Talvez a semelhança destes equipamentos seja o motivo das construtoras escolherem o uso de um ou de outro. O **ateliê de arte** que ocorreu apenas uma vez, está sendo usado também como sala de estudos.

Figura 11 – Sala de estudos / *Lan house* , Ed. Syrah



Fonte: http://www.delman.com.br/ (02/10/2015)

3.3 Lazer adulto

A maior parte dos ambientes desse grupo está localizada no pavimento pilotis. A cobertura é o segundo pavimento mais utilizado (Quadro 5). Todos os edifícios possuem lazer adulto, 74,19% da amostra possuindo de 1 a 3 ambientes desse grupo.

Quadro 5 – Ambientes de lazer adulto

EDIFÍCIO	Ambientes de lazer	LAZER ADULTO													
		Pisc. adulto	Pisc. coberta	Pisc. relax	Pisc. Sena-dinho	Sauna	Spa zen	Espaço Fitness	Ginás-tica	Home office	Lounge praia	Espaço mulher	Bar	Pista de Cooper	Redário
Personale	1	1													
Vitreo	2							2		2					
Setai	3	3						3					3		
One	2							2		2					
Gran Marine	9	4	4			4		4	4	4	5	4	4		
Hit	3	3						4					3		
Prime	1							4							
Life	3	3						3					3		
Amalfi	1							4							
Atmosfhera	1							4							
Versatile	1	1													
Vitta	1	1													
Double	2							2		2					
M.C.Stratégia	5	4						4				4		4	4
Dulce Tenório	2	4						4							
Dilma Paiva	2	4						4							
Cádiz	1	4													
Mares do Sul	3	3						3		4					
R.A.Alamedas	6	4				4	4	4		4					5
P.P.Águas	2	4						4							
P.P.Marés	2	4						4							
M.C.Clube	2	4						4							
Iluminatto	1	4													
Syrah	8	4		4	4	4	4	4				4	4		
Índico	1	4													
Luna Dorata	3	3				3		3							
Sangiovese	6	4				4		4		4		4	4		
Chardonnay	5	4				4		4				4	4		
Spazio Vitalle	1	4													
Classic	5	4			4	4		4					4		
Pinot Noir	5	4				4		4				4	4		
		25	1	1	2	8	2	24	1	7	1	6	9	1	2

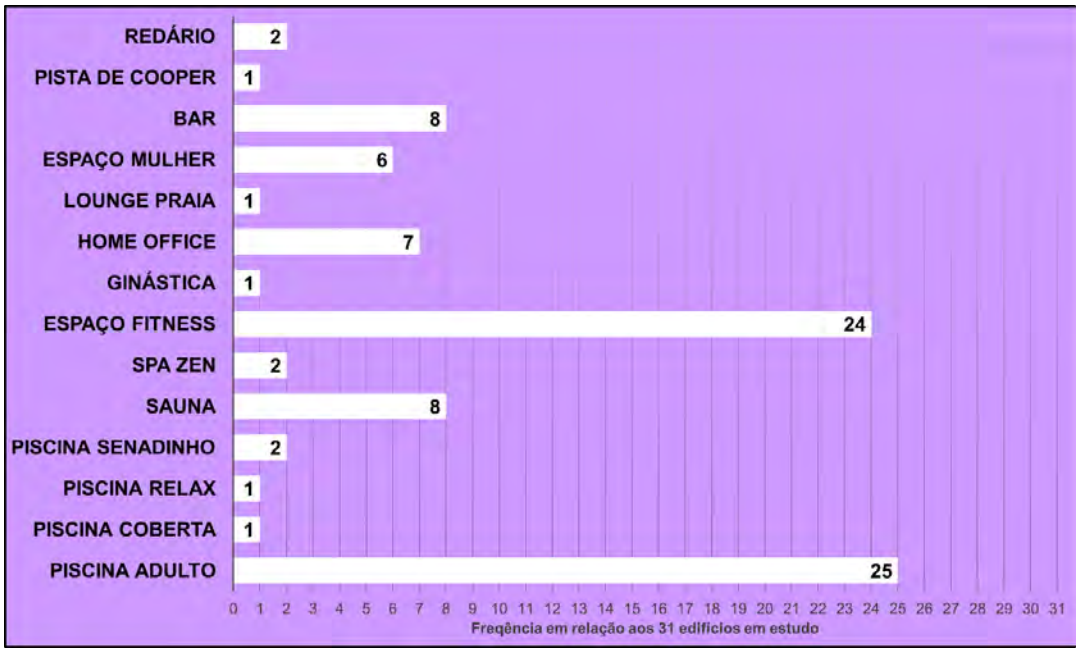
Localização dos equipamentos: 1 SUBSOLO | 2 PILOTIS / TÉRREO | 3 MEZANINO | 4 COBERTURA | 5 OUTROS

Fonte: Os autores

Nenhum edifício possui todos os ambientes deste grupo. O que possui mais é o Res. Gran Marine, com 8 ambientes do lazer adulto dentre seus 26 ambientes de lazer. Como também este é o único edifício da amostra com lazer no subsolo, observando-se, porém, que ele se encontra em um terreno inclinado e que todos estes ambientes do subsolo não estão enterrados, e possuem aberturas para a praia.

O ambiente de lazer com mais frequência é a **piscina adulto**, ocorrendo em 25 dos edifícios da amostra, seguida pelo **espaço *fitness***, em 24 dos edifícios. A piscina coberta, a piscina relax, a ginástica, o *lounge* praia e a pista de *cooper* ocorreram apenas uma vez (Gráfico 4).

Gráfico 4 – Ambientes do grupo lazer adulto



Fonte: Os autores

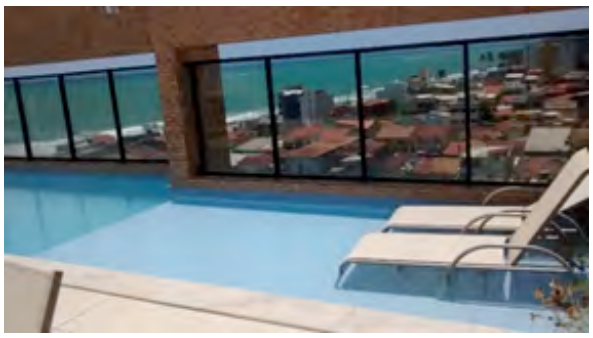
Observou-se que 68% das piscinas adulto ocorrem no pavimento pilotis e 32% no pavimento cobertura. Elas foram implantadas, em sua grande maioria, nas extremidades dos seus pavimentos, proporcionando nas piscinas das coberturas, a visão do entorno do edifício para seus usuários (Figura 12 e 13).

Figura 12 – Piscina no pavimento pilotis, Ed. Chardonnay



Fonte: Marta Cavalcante (2015)

Figura 13 – Piscina no pavimento cobertura, Ed. Setai

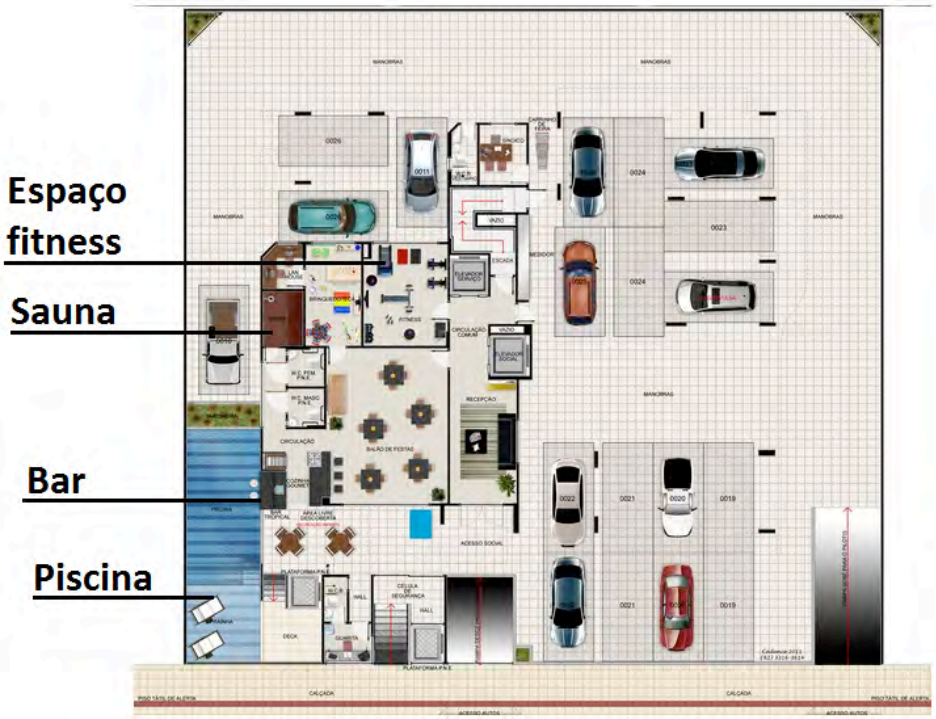


Fonte: Marta Cavalcante (2016)

Observou-se que na maior parte da amostra a piscina adulto, o bar, a sauna e o espaço *fitness*, na ocorrência de todos esses ambientes ou de alguns, eles são mantidos no mesmo pavimento de implantação da piscina adulto (Figuras 14 e 15).

O lazer adulto possui 6 ambientes de lazer dedicados ao relaxamento: redário, espaço mulher, *lounge* praia, *spa zen*, sauna e piscina *relax*. Apenas 34% dos edifícios da amostra possuem alguns destes ambientes, porém pode ser um indicativo do início da valorização do lazer repouso.

Figura 14 – Localização dos equipamentos do lazer adulto, pilotis do Ed. Chardonnay



Fonte: http://www.delman.com.br/empreendimentos/edificio-chardonnay/(13/10/2015)

Figura 15 – Localização dos equipamentos do lazer adulto, cobertura do Ed. Life



Fonte: http://www.v2construcoes.com.br/life/ (02/07/2015)

No material publicitário apresentado nos sites das construtoras, o *home office* faz parte dos ambientes de lazer, porém ele é um ambiente de trabalho, um local para reuniões e para receber clientes (Figura 16).

Figura 16 – *Home office*, Ed. Vitreo



Fonte: http://www. v2construcoes.com.br/vitreo/ (17/06/2015)

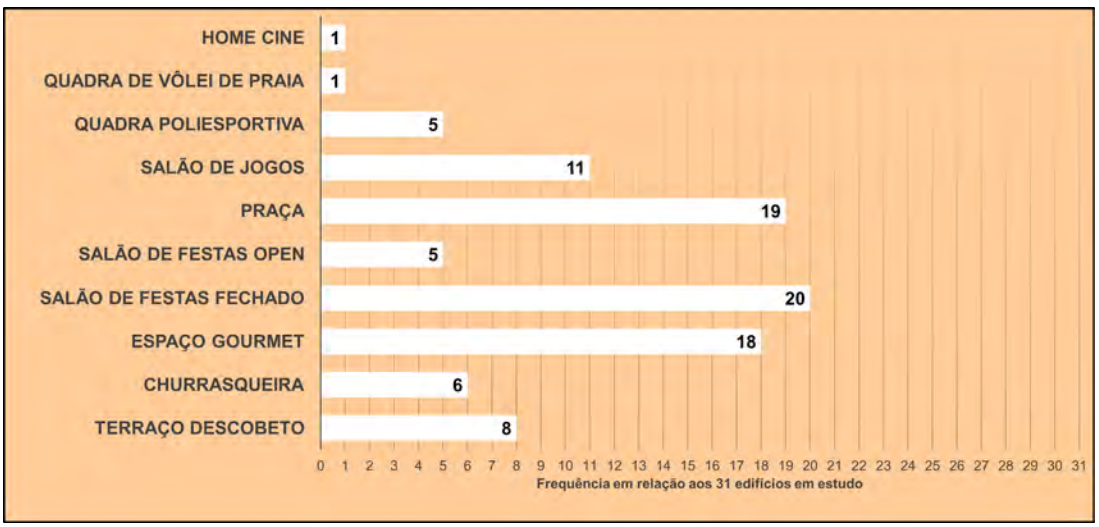
3.4 Lazer compartilhado

A maioria dos ambientes deste grupo ocorrem no pavimento pilotis. O salão de festas fechado ou o espaço *gourmet*, que possuem funções semelhantes, ocorrem em 100% da amostra. Os equipamentos quadra de vôlei de praia e *home cine* ocorrem apenas uma vez (Quadro 6).

Todos os edifícios da amostra possuem lazer compartilhado, 74,19% deles possuindo de 1 a 3 ambientes.

O salão de festas fechado é o ambiente com maior frequência de ocorrência, seguido pela praça e pelo espaço gourmet (Gráfico 5).

Gráfico 5– Ambientes do grupo lazer compartilhado



Fonte: Os autores

O **salão de festa fechado** e o **espaço *gourmet***, possuem áreas e configurações de *layout* semelhantes, havendo diferenciação apenas em relação ao local de cocção de alimentos, que se apresenta no espaço gourmet como uma área especial e bem visível dentro do salão (Figura 17).

Quadro 6 – Ambientes de lazer compartilhado

EDIFÍCIO	Ambientes de lazer	LAZER COMPARTILHADO									
		Terraço descobeto	Churras-queira	Espaço Gourmet	Salão de festas fechado	Salão de festas open	Praça	Salão de jogos	Quadra poliesportiva	Quadra de vôlei de praia	Home cine
Personale	3										
Vitreo	2										
Setai	3										
One	3										
Gran Marine	7										
Hit	2										
Prime	3										
Life	4										
Amalfi	3										
Atmosfhera	2										
Versatile	3										
Vitta	3										
Double	3										
M.C.Stratégia	6										
Dulce Tenório	2										
Dilma Paiva	5										
Cádiz	1										
Mares do Sul	3										
R.A.Alamedas	5										
P.P.Águas	3										
P.P.Marés	2										
M.C.Clube	2										
Iluminatto	1										
Syrah	6										
Índico	1										
Luna Dorata	4										
Sangiovese	2										
Chardonnay	2										
Spazio Vitalle	2										
Classic	4										
Pinot Noir	2										
		8	6	18	20	5	19	11	5	1	1

Localização dos equipamentos: 1 SUBSOLO | 2 PILOTIS / TÉRREO | 3 MEZANINO | 4 COBERTURA | 5 OUTROS

Fonte: Os autores

Figura 17 – Espaço gourmet, Ed. Mares do Sul



Fonte: Marta Cavalcante (2015)

A **praça** e o terraço descoberto também possuem a mesma função e a mesma configuração: áreas abertas com bancos, cercadas por jardineiras (Figura 18 e 19). Quando o terraço descoberto se apresenta vazio ou com mesas e cadeiras, ele tem a função do salão de festas *open*, espaço para expansão do salão de festas.

Figura 18 – Praça, Ed. Amalfi



Fonte: Marta Cavalcante (2015)

Figura 19 – Terraço descoberto, Ed. Luna Dorata



Fonte: Marta Cavalcante (2015)

4 CONCLUSÕES

Este artigo teve como objetivo caracterizar a ocorrência e a configuração dos equipamentos de lazer em edifícios verticais multifamiliares da cidade de Maceió - AL. Selecionaram-se 31 edifícios verticais multifamiliares, de sete construtoras, por meio de portfólios digitais disponibilizados na internet dentro do período temporal da pesquisa, 2010 até 2015.

Constatou-se que o mercado imobiliário oferece grande variedade de ambientes de lazer nos edifícios verticais multifamiliares com o objetivo de personalizá-los. A publicidade imobiliária transforma o valor de uso desses ambientes em valor de signo, o qual se relaciona com status e prestígio, como também com a felicidade de comprar imóveis que estão de acordo com a última moda.

Há um grande contraste de ocorrência entre o lazer infantil e o lazer juvenil. O primeiro, com os acréscimos realizados pelos usuários, ocorreu em 90,32% da amostra. O segundo, retirando o ambiente sala de estudos, que não se caracteriza como lazer, ocorre em 29% dos edifícios. O lazer infantil é obrigatório, e o ambiente *playground* é o mais desejado. O lazer juvenil é acessório e inessencial.

Todos os 31 edifícios possuem ambientes de lazer adulto e compartilhado, 74,19% da amostra possui de 1 a 3 ambientes de cada um desses dois grupos. O mercado imobiliário valoriza os usuários desses grupos, promovendo e diversificando seus equipamentos de lazer. Os adultos, que pertencem aos dois grupos, podem ser vistos, então, como foco principal para a escolha do tipo de equipamento de lazer.

Conclui-se que o fato de todos os 31 edifícios pesquisados possuírem áreas de lazer aponta para uma tendência contemporâneaambientes de oferta

para essa tipologia, atendendo aos apelos da sociedade de consumo. Entretanto, acrescentam-se equipamentos inessenciais aos edifícios para promover a diferença pelo excesso, levando à personalização. Os equipamentos de lazer que surgem apenas uma vez, como berçário, minigolfe, ateliê de arte, piscina relax, dentre outros, fazem parte desta ideia publicitária de criar o novo, mesmo sem saber se há demanda de uso para ele, com o objetivo de seduzir os compradores da sociedade de consumo.

REFERÊNCIAS

BAUDRILLARD, Jean. **O sistema dos objetos**. 5° ed. São Paulo: Perspectiva, 2008.

BAUMAN, Zygmunt. **Vida para consumo:** a transformação das pessoas em mercadoria**.** Rio de Janeiro: Zahar, 2.008.

GAVIÃO, Martha. **Muito além do pavimento térreo:** As áreas de lazer no mercado imobiliário em São Paulo. Dissertação (mestrado em arquitetura). São Paulo: Faculdade de arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, 2.012.

GOMES, C. M. Dumazedier e os estudos do lazer no Brasil**:** breve trajetória histórica. In: **Anais do IX Seminário Lazer em Debate.** São Paulo - SP, 2008.

LIPOVETSKY, Gilles. **A felicidade paradoxal**: ensaio sobre a sociedade de hiperconsumo. São Paulo: Companhia das Letras, 2007.

SOUSA, Cleide. A. G. Turismo, lazer e museu, algumas reflexões. In**: Anais do Seminário da Associação Nacional de Pós-graduação em Turismo**. São Paulo, 2007. IV ANPTUR 2007.

VARGAS, Heliana Comin. O arquiteto e seus clientes, in: **Arquitetura e mercado imobiliário** / VARGAS, H. C.; ARAÚJO, C. P. (org.). Barueri, SP: Manole, 2014. p. 1-14

_____. O fator localização revisitado, in: **Arquitetura e mercado imobiliário** / VARGAS, H. C.; ARAÚJO, C. P. (org.). Barueri, SP: Manole, 2014. p. 35-52

VILLA, Simone Barbosa; ORSTEIN, Sheila Walbe. Projetar apartamentos com vista à qualidade arquitetônica a partir dos resultados da avaliação pós-ocupação. In: **Gestão & Tecnologia de Projetos**. Vol. 4, n°2, novembro 2009.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DO TEMPO DE REVERBERAÇÃO E INTELIGIBILIDADE DA FALA EM SALAS DE AULA: ESTUDO DE CASO EM PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO[1]

COELHO, Guilherme de Oliveira (1); DE SOUZA, Thauler Ferreira B. (2); DOS SANTOS FILHO, Vamberto Machado (3); SPOSTO, Rosa Maria (4)

(1) UnB, e-mail: guilherme@kozcoe.com.br; (2) UnB, e-mail: thauler@gmail.com;
(3) UnB, e-mail: vambertomfilho@gmail.com; (4) UnB, e-mail: rmsposto@unb.br

RESUMO

Em um ambiente de estudo, o conforto acústico dos usuários se torna item imprescindível para um bom projeto de sala de aula. Nesse ambiente o ruído não é apenas um incomodo, mas interfere no rendimento das atividades de ensino, diminuindo a concentração dos alunos. Esse estudo tem como objetivo verificar o conforto acústico dos alunos por meio da verificação do tempo de reverberação, da inteligibilidade da fala e da medição de ruído de fundo em três salas de aula de uma universidade. Observando os resultados da aplicação do questionário, verificou-se que 86% dos usuários sentiam-se confortáveis acusticamente nas salas de aula e 91% acreditavam que entendiam perfeitamente a fala do locutor. Em relação ao tempo de reverberação, verificou-se que, apesar de volumes e materiais distintos, as três salas possuem resultados aproximados, mas divergem no teste feito para verificar a inteligibilidade da fala. Essa divergência se deve ao fato das diferentes distâncias encontradas, entre o locutor e o receptor, em cada uma das salas. A taxa de erros foi de 25,33%, 18,67% e 9,33% respectivamente para as salas 1, 2 e 3. As medições no local mostram que as salas estão em conformidade com a norma de acústica.

Palavras-chave: Ruído. Reverberação. Inteligibilidade. Acústica.

ABSTRACT

In a study environment, the acoustic comfort of users is indispensable item for a good classroom project. In this environment the noise is not only a nuisance, but interferes with the performance of educational activities, decreasing the concentration of students. This study aimed to verify the acoustic comfort of students by checking the reverberation time, intelligibility of speech and background noise measurement in three classrooms at a university. Noting the results of the questionnaire, it was found that 86% of users felt comfortable acoustically in the classroom and 91% believed they understood perfectly the speech of the speaker. Regarding the reverberation time, it was found that, although volumes and different materials, the three rooms have similar results, but differ in the test conducted to verify the speech intelligibility. This divergence is due to the different distances found between the speaker and the receiver in each of the rooms. The error rate was 25.33%, 18.67% and 9.33% respectively for the rooms 1, 2 and 3. The on-site measurements show that the rooms are in accordance with the standard sound.

***Keywords**: Noise. Reverberation. Intelligibility. Acoustics.*

---

[1] COELHO, Guilherme de Oliveira; DE SOUZA, Thauler Ferreira B.; DOS SANTOS FILHO, Vamberto Machado; SPOSTO, Rosa Maria. Avaliação do tempo de reverberação e inteligibilidade da fala em salas de aula. Estudo de caso em programa de pós-graduação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Diversos estudos tratam sobre ruídos e poluição sonora, alterações psicofísicas exercidas pelo ruído sobre o ser humano (CASTRO *ET AL*, 2015, OMS, 2014, NUNES E RIBEIRO, 2008, PIMENTEL,1997). Por ser um tema que está sendo bastante debatido, muitos alunos e professores se questionam sobre o impacto desse ruído sobre as atividades educacionais.

A educação formal está baseada em grande parte na comunicação verbal entre professores e alunos. O excesso de ruído e de reverberação em uma sala de aula dificulta a comunicação, transformando-se em uma barreira ao processo de aprendizado (ZANNIN *et al*, 2005).

Entre os danos causados pelo ruído competitivo em sala de aula, podem-se citar prejuízos físicos, emocionais e educacionais. Podem ocorrer alterações dos limiares de audição, zumbido, cansaço, esforço maior para concentração, perda de parte do conteúdo ensinado, esforço vocal e ininteligibilidade de fala (RABELO *et al*, 2014).

De acordo com Eniza e Garavella (2006), o ruído urbano está cada vez mais presente no cotidiano, em residências, locais de trabalho, ambientes de lazer, hospitais e escolas, podendo prejudicar as relações sociais, a comunicação, o comportamento, o rendimento escolar e a saúde das pessoas.

Fernandes e Viveiros (2002) e Bradley (2002) sugerem que os efeitos combinados de ruído excessivo no ambiente e reverberação em salas de aula interferem no reconhecimento da fala e tendem a degradar o processo de aprendizagem.

A comunicação oral sofre interferências do ruído, um fator competitivo com a voz do professor, que compromete a inteligibilidade da fala, sendo capaz de prejudicar tanto os alunos quanto os professores. Esses profissionais necessitam aumentar a intensidade da voz para serem compreendidos e, ao mesmo tempo, o esforço dos alunos para compreender a mensagem falada é muito maior.

Hagen *et al* (2002) comentam que ouvir e escutar ainda são percebidos como um dever do estudante, e não como uma tarefa pedagógica. Ouvir não é suficiente; é necessário escutar de tal maneira que a percepção e a inteligibilidade dos sons emitidos entre alunos e professores sejam alcançadas. Os professores e alunos não estão cientes dos efeitos causados pela falta de um projeto acústico na transmissão de informações e no aprendizado.

A maioria dos problemas do ruído em sala de aula devem-se à acústica inadequada da sala. Alguns parâmetros acústicos podem ser utilizados para avaliar se um ambiente está dentro dos padrões acústicos ideais para aprendizagem. A norma americana ANSI S12.60 (2010), por exemplo, define que o ruído medido em salas desocupadas não deve exceder 35 dB e o tempo de reverberação deve ser de, no máximo, 0,6 s. No Brasil, não há ainda uma norma específica para salas de aula, com padronização para

todos esses parâmetros acústicos. A ABNT NBR 10152 (1987), que é uma norma brasileira para ruído em ambientes, em revisão no momento, pretende modificar o valor de ruído em salas de aula permitidos atualmente de 40 dB(A) (nível de conforto) a 50 dB(A) (nível aceitável) para o valor máximo de 35 dB(A).

Quando as salas de aula são construídas a partir de um projeto acústico criterioso, a comunicação ocorrerá de forma que a diferença entre o sinal (fala) e o ruído será de +15 dB, ou seja, o sinal de fala ficará 15 dB acima do ruído. Nessas salas, teoricamente, todos os estudantes teriam acesso auditivo completo da mensagem falada. Para que a fala do professor possa ser inteligível numa sala em que o ruído está em torno de 45 dB(A), como geralmente é sugerido pelas normas, o professor teria que emitir sua voz em torno de 65 dB e, para uma voz alta, porém sem gritar, poderia chegar a até 75 dB(A). Considera-se que o ruído se torna insalubre quando alcança níveis acima de 70 dB(A), podendo acarretar reações fisiológicas como estresse, infarto, perda auditiva e disfonias.

A *Acoustical Society of America* (2010), a partir da análise de várias pesquisas, recomendou, em 2002, que o nível sonoro global (discurso alvo + ruído) não seja maior do que 70 dB(A) em toda a sala, quando medido com medidor de nível de pressão sonora em escala de ponderação A.

Os ruídos intensos, acima de 90 db(A), dificultam a comunicação verbal. As pessoas precisam falar com maior intensidade e prestar mais atenção para entender e serem compreendidas. Isso faz aumentar a tensão psicológica e o nível de atenção. Os ruídos intensos tendem a prejudicar tarefas que exigem concentração mental e certas tarefas que exigem atenção ou velocidade e precisão de movimentos, e os resultados tendem a piorar após duas horas de exposição ao ruído (IIDA, 1990).

A inteligibilidade de fala em salas é influenciada segundo Nábělek e Nábělek (1999) por três fatores: o nível da fala, a reverberação da sala e o ruído de fundo. A importância de cada um destes depende da distância do ouvinte da fonte sonora, porque os níveis dos sons diretos e refletido e o ruído de fundo variam ao longo da sala. Para uma boa inteligibilidade, a intensidade de fala diminui de acordo com a distância da fonte, a modificação da fala frequentemente pode ser necessária, especialmente em salas amplas.

O nível de ruído dentro de uma sala, proveniente de fontes de ruído externo, depende da intensidade desses ruídos, das propriedades de isolamento sonoro das divisórias que cercam a sala e da absorção sonora da sala. Os materiais de absorção servem para dois propósitos: reduzem o tempo de reverberação e reduzem o nível de ruído de fundo. Em uma sala de aula, o som da fala direta está misturado com o som de reverberação e com o ruído de fundo.

Uma boa forma de medir a relação entre a fala e o ruído da sala é pelo Índice de Inteligibilidade da Fala (IIF), que utiliza a Relação Sinal Ruído (RSR) para calcular a diferença entre o nível de pressão sonora do sinal de voz (em

decibéis) e o nível de pressão sonora do ruído (em decibéis). Relação sinal ruído (RSR) positiva explicita que o nível de pressão sonora do sinal de voz está acima do nível de pressão sonora o ruído. (ARAÚJO, 2009)

No caso de edificações de universidades, a qualidade acústica é um item pouco considerado no projeto, apesar de sua importância. Considerando a edificação estudada, inicialmente projetada e construída para funcionar como "galpão para serviços gerais", certamente não houve a preocupação com a propagação do som nessa edificação.

As atividades principais em uma instituição de ensino são baseadas principalmente na comunicação verbal. Para que se tenha boa condição acústica para a palavra falada, o desempenho acústico das salas de aula deve ser considerado desde o projeto arquitetônico, visto que o espaço será destinado à realização de tarefas que exigem alto nível de concentração (FERREIRA, 2006).

O Tempo de Reverberação deve estar de acordo com o uso do espaço, não devendo ser longo em demasiado para não perturbar a clara percepção do som, mas, também, não ser pequeno ou curto demais, o que prejudica a percepção de alguns tipos de fontes sonoras (LOSSO, 2003).

Segundo ZANNIN *et al* (2005), tempos de reverberação adequados contribuem para um melhor aprendizado nas salas de aula. No entanto, esse parâmetro tem sido frequentemente negligenciado.

A atenuação, que se define como a pressão sonora em um ponto de uma sala, depende de uma parcela de contribuição de som direto e de outra parcela do som reverberante. Se o campo sonoro reverberante for homogêneo, quando maior a distância, mais a pressão sonora iguala-se à pressão do som reverberante, uma vez que a pressão do som direto decai na razão inversa ao quadrado da distância.

Por outro lado, a pressão do som direto gerado a partir de uma fonte pontual em um ponto depende da posição dessa fonte na sala. O campo sonoro dessa fonte, a princípio omnidirecional, é alterado pela proximidade de superfícies, ganhando então direcionalidade.

No *software* REVERB 2010, o cálculo do nível de atenuação sonoro é realizado a partir de 1 m da fonte até uma distância máxima estabelecida, para dada posição da fonte na sala previamente selecionada. Em relação à fonte, ocorrem duas possibilidades, fonte pontual: uma fonte sonora pode ser considerada pontual quando sua área perpendicular à direção da propagação do som for muito menor que as áreas das superfícies da sala, tais como pessoas falando ou cantando e caixas de som, e fonte extensa: uma fonte sonora é considerada extensa quando sua área perpendicular em relação à direção da propagação do som é da mesma ordem de grandeza das áreas das superfícies da sala. São exemplos de fontes extensas grandes grupos vocais (como corais) e orquestras. No estudo será utilizada a fonte pontual, que, dependendo de sua posição na sala, assume diferentes fatores de direcionalidade (Q), conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Fatores de direcionalidade (Q) em relação à posição da fonte pontual

Posição	Q
Próximo ao centro da sala	1
Centro de uma parede	2
Aresta, à meia distância entre piso e teto	4
Vértice	8

Fonte: Os autores

Para esse tipo de fonte, o nível de atenuação acústico é calculado como:

$$Lp(r) = 10\log(\rho_0 c) + 10\log\left(\frac{Q}{4r^2\pi} + \frac{4}{R}\right) - 26 \qquad (1)$$

Sendo:

Lp(r) = nível de pressão sonora à distância "d" da fonte (dB);

ρ_0 = densidade do ar (kg/m³);

c = velocidade do som (m/s);

r = distância até a fonte (m);

R = constante da sala corrigida

1.1 Justificativa

Menegon (2005) relata que a escola, seja ela de qual nível for, é a instituição que tem por objetivo o ensino de crianças, jovens e adultos. É inegável que exerce importante papel no desenvolvimento dos indivíduos e também da coletividade. Nas edificações que abrigam as escolas é de suma importância que suas dependências estejam dentro de níveis admissíveis de ruídos e sons.

Em uma pesquisa realizada nos EUA pelos doutores Gary Evans e Lorraine (EVANS e MAXWELL, 2000) concluiu-se que alunos de escolas afetadas pelo ruído de aviões não aprendiam a ler tão bem quanto alunos de escolas em regiões mais silenciosas. Déficit na leitura e nas habilidades linguísticas devido à má acústica das salas de aula são cumulativos, assim o efeito sobre estudantes mais jovens é devastador. Como resultado, os alunos têm seu processo de aprendizado prejudicado e os professores ficam sujeitos a uma carga de estresse adicional, o que pode se refletir na qualidade do ensino. Projetos de escolas que dão maior atenção para características acústicas têm como consequência melhor aproveitamento escolar (EVANS e MAXWELL, 2000).

1.2 Objetivos

Esse estudo tem como objetivo verificar o conforto acústico dos alunos por meio da verificação do tempo de reverberação, da inteligibilidade da fala e da medição de ruído de fundo em três salas de aula de uma Universidade.

2 METODOLOGIA

O estudo se dará em três partes, com a primeira parte sendo a obtenção, por meio do uso do software REVERB 2010, do tempo de reverberação e da atenuação nas três salas de aula da Universidade, e a segunda, sendo a aplicação de um teste e um questionário de inteligibilidade da fala dentro de cada sala. Já a terceira etapa consiste em medições do ruído de fundo das salas.

Para a primeira parte, foi necessário medir as salas, levantar todos os materiais constituintes das superfícies e levantar o número de elementos dentro do ambiente para inserção no software. O Software REVERB 2010 é um aplicativo livre destinado a facilitar cálculos em projetos acústicos de salas, calculando o tempo de reverberação utilizando a Equação 2, que é obtida a partir das equações de *Sabine-Franklin* (Equação 3), utilizada no estudo em questão, ou de *Norris-Eyring* (Equação 4), conforme a NBR 12179:1992, e a atenuação de ambientes. Os dados obtidos e características gerais das salas estão expostos na Tabela 2.

Tabela 2 - características das salas

Sala 1	
Tipo de Material	**m²**
Parede de Alvenaria	13,73
Painéis de Placas Cimentícias	48,96
Divisória	8,63
Porta de Madeira	2,25
Pilar de Concreto	2,16
Laje de Concreto	27,50
Forro de Gesso	17,53
Piso de Paviflex	45,03

Sala 2	
Tipo de Material	**m²**
Parede de Alvenaria	8,18
Painéis de Placas Cimentícias	55,33
Porta de Madeira	2,26
Pilar de Concreto	5,64
Laje de Concreto	33,92
Piso de Paviflex	33,92

Sala 3	
Tipo de Material	**m²**
Parede de Alvenaria	61,09
Parede de Concreto	55,60
Janelas na Parte Superior	6,56
Porta de Madeira	2,38
Pilar de Concreto	11,17
Vigas da Laje de Concreto	82,50
Laje de Concreto	102,09
Piso de Paviflex	117,56

Fonte: Os autores

$$T60 = 55{,}3\frac{V}{cA} \qquad (2)$$

Sendo:

T60 = tempo de reverberação por banda de oitava (s)

V = volume da sala (m³)

c = velocidade do som(m/s)

A = absorção da sala por banda de oitava (m²)

$$A = \sum_i \alpha sab_i \, S_i + \sum_j A_j n_j \qquad (3)$$

Sendo:

αsab_i= coeficiente de absorção de Sabine do material i

S_i = área da superfície interna coberta pelo material i (m²)

A_j= absorção unitária do elemento do tipo j (m²)

n_j= quantidade de elementos isolados do tipo j

$$A = -S \ln (1 - \bar{\alpha}) \quad (4)$$

Sendo:

S = área total das superfícies internas da sala (m²)

$\bar{\alpha}$ = coeficiente médio de absorção: $\bar{\alpha} = \frac{\sum_i \alpha_i S_i}{S}$

α_i = coeficiente de absorção estatístico do material i

No uso do *software*, deve-se caracterizar uma sala em termos de volume interno e uso acústico predominante (que condicionam um tempo de reverberação ótimo) e montar a lista de suas superfícies internas. Além disso, deve definir a posição da fonte sonora para obtenção da atenuação sonora em função da distância até a fonte, conforme Tabela 3.

Tabela 3. Maior distância entre a fonte e o ouvinte por sala

Sala	Maior distância fonte/ouvinte (m)
Sala 1	7,50
Sala 2	6,50
Sala 3	10,50

Fonte: Os autores

O uso do *software* é dividido em quatro etapas, tendo como primeira etapa a informação prestada pelo usuário das características da sala. Como segunda etapa, o usuário deve informar os materiais das superfícies da sala e como terceira etapa, deve informar os elementos presentes na sala, como número de cadeiras e estudantes, tendo como conclusão a quarta etapa, que é a obtenção dos resultados de tempo de reverberação e atenuação da sala.

Como resultado, o tempo de reverberação calculado em função do volume da sala e da absorção de suas superfícies deve ser aproximadamente igual ao tempo de reverberação ótimo, por frequência central das bandas de oitava de 125 a 4000 Hz. O *software*, ao expressar os resultados finais obtidos para tempo de reverberação por meio de tabela, apresenta valores importantes para o estudo. Um dos valores corresponde é a absorção total, que é o somatório das absorções de superfícies e elementos. Outros valores apresentados pelo *software* são os T60 ótimos, que são os valores de tempo de reverberação ótimo em função do volume da sala e do uso acústico, além da apresentação dos valores de T60 calculado, que é o tempo de reverberação calculado pela equação selecionada na tela principal do programa, e do T60 corrigido, que é o T60 calculado, corrigido pela temperatura e pela umidade relativa da sala.

Para o uso do *software*, os elementos foram considerados como número de cadeiras e alunos dentro da sala, não entrando em detalhes como computadores, mesas, quadro negro e outros. Além disso, neste estudo são utilizados os materiais cadastrados dentro do software, escolhendo os materiais idênticos ou mais próximos possíveis dos materiais constituintes de cada sala.

Para a segunda parte, foi aplicado primeiramente o teste de inteligibilidade da fala dentro das três salas com quinze participantes, com o intuito de avaliar as salas em relação à percepção dos alunos quanto à inteligibilidade da fala do locutor. O locutor leu um conjunto de dez palavras em cada sala, uma por vez e os participantes escreveram na Ficha Resposta as palavras que entenderam. Ao final dos testes foi realizada a tabulação dos erros e acertos de cada participante.

Além disso, foi realizado um questionário junto aos alunos, composto por cinco questões relacionadas ao conforto acústico, presença de ruídos e inteligibilidade da fala dentro das três salas.

Por fim, realizou-se a medição no local do ruído. Essa medição aconteceu com a sala vazia com o intuito de medir somente o ruído de fundo. Para essa medição, foi utilizado o equipamento Minipa MSL-1352C, ponderado na curva de calibração A, seguindo as diretrizes da ABNT NBR 10151:2000. As medições aconteceram durante 10 minutos no período compreendido entre ás 9:50-10:00 horas e das 13:50-16:00 horas, durante o período de aulas, sendo definidos intervalos de registro de dados de 5 segundos, no nível de resposta rápida (fast) do equipamento, durante o período de medição.

Após as leituras, calculou-se o nível de pressão sonora equivalente ponderado em A utilizando a Equação 5, onde Li é o nível de pressão sonora lido em resposta rápida (fast) a cada 5 segundos, durante o período de medição do ruído e n é o número total de leitura.

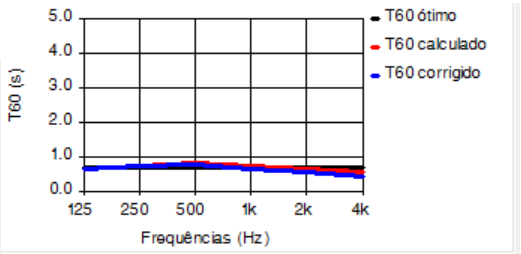
$$L_{Aeq} = 10\log\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} 10^{\frac{Li}{10}} \qquad (5)$$

3 RESULTADOS

O tempo de reverberação e a atenuação foram obtidos para cada uma das três salas, com o uso do *software* Reverb 2010. Os resultados obtidos estão indicados nas Figuras de 1 a 6.

Figura 1 – Tempo de Reverberação para a Sala 1

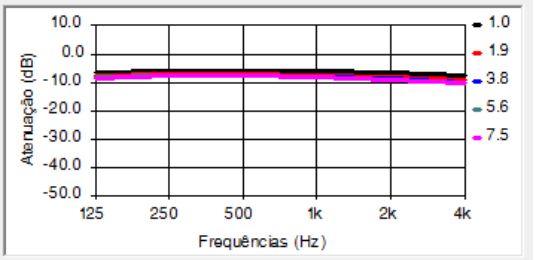
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	NRC
Absorção Total (m²)	31,4	26,4	24,4	27,2	30,9	37,0	28,8
T60 ótimo (s)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
T60 calculado (s)	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,5	
T60 corrigido (s)	0,6	0,7	0,8	0,6	0,5	0,4	



Fonte: *Software* REVERB

Figura 2 – Atenuação para a Sala 1

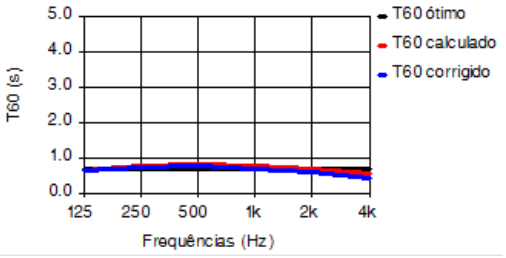
Distância da fonte (m)	Atenuação (dB) por banda de oitava e NRC					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1,0	-7	-7	-7	-7	-8	-8
1,9	-9	-8	-8	-8	-9	-10
3,8	-9	-8	-8	-9	-10	-11
5,6	-9	-9	-8	-9	-10	-11
7,5	-9	-9	-8	-9	-10	-11



Fonte: *Software* REVERB

Figura 3 – Tempo de Reverberação para a Sala 2

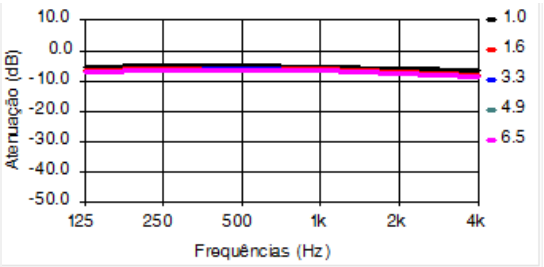
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	NRC
Absorção Total (m²)	23,9	20,5	18,6	19,5	22,5	27,0	21,9
T60 ótimo (s)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
T60 calculado (s)	0,6	0,7	0,8	0,8	0,7	0,6	
T60 corrigido (s)	0,6	0,7	0,8	0,7	0,6	0,4	



Fonte: *Software* REVERB

Figura 4 – Atenuação para a Sala 2

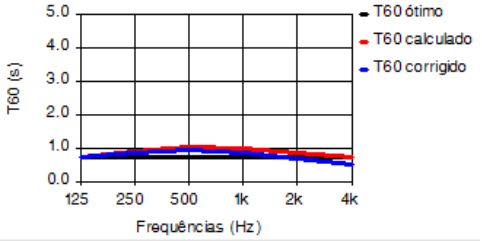
Distância da fonte (m)	Atenuação (dB) por banda de oitava e NRC					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1,0	-6	-6	-6	-6	-7	-8
1,6	-7	-7	-7	-7	-8	-9
3,3	-8	-7	-7	-8	-8	-10
4,9	-8	-7	-7	-8	-8	-10
6,5	-8	-8	-7	-8	-9	-10



Fonte: *Software* REVERB

Figura 5 – Tempo de Reverberação para a Sala 3

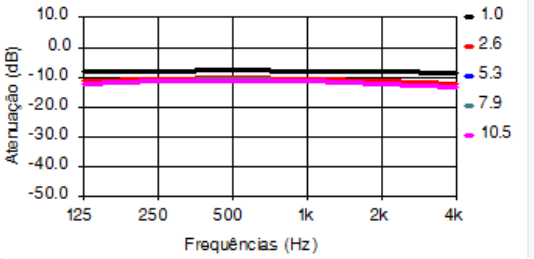
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz	NRC
Absorção Total (m²)	76,2	60,9	53,4	55,5	63,6	75,0	59,7
T60 ótimo (s)	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7	0,7
T60 calculado (s)	0,7	0,9	1,0	1,0	0,8	0,7	
T60 corrigido (s)	0,7	0,9	0,9	0,8	0,7	0,5	



Fonte: *Software* REVERB

Figura 6 – Atenuação para a Sala 3

Distância da fonte (m)	Atenuação (dB) por banda de oitava e NRC					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 kHz	2 kHz	4 kHz
1,0	-9	-9	-9	-9	-9	-10
2,6	-12	-12	-11	-12	-12	-13
5,3	-13	-12	-12	-12	-13	-14
7,9	-13	-12	-12	-12	-13	-14
10,5	-13	-12	-12	-12	-13	-14



Fonte: *Software* REVERB

Os resultados obtidos em relação ao estudo de inteligibilidade da fala

seguem nas Tabela 4 e 5.

Tabela 4 – Estudo de inteligibilidade da fala

Salas	Total de Palavras	Acertos	Erros	(%) Erros
Sala 1	150	112	38	25,33%
Sala 2	150	122	28	18,67%
Sala 3	150	136	14	9,33%

Fonte: Os autores

Tabela 5 – Questionário de inteligibilidade da fala

Questionário			
	Sala 1	**Sala 2**	**Sala 3**
Número de Alunos	8	11	14
Sexo	7 Homens e 1 mulher	7 Homens e 4 mulheres	2 Homens e 12 mulheres
Média de Idade	28,75	31,72	20,69
Consegue entender todas as palavras ditas pelo professor durante as aulas?	7x - Sim e 1x - Mais ou menos	10x - Sim e 1x - Mais ou menos	9x - Sim e 5x - Mais ou menos
Como considera a sala de aula?	5x - Barulhenta e 3x - Silenciosa	3x - Barulhenta e 8x - Silenciosa	9x - Barulhenta e 5x - Silenciosa
Normalmente, senta em que local da sala de aula?	5x - No Meio e 3x - Na Frente	5x - No fundo, 3x - No Meio e 3x - Na Frente	1x - No fundo, 6 - No Meio e 7x - Na Frente
O ruído externo a sala de aula te incomoda?	2x - Sempre, 5x - Eventualmente e 1x - Nunca	2x - Sempre e 9x - Eventualmente	1x - Sempre, 5x - Eventualmente e 8x - Nunca
E o ruído dentro?	1x - Sempre, 4x - Eventualmente e 3x - Nunca	8x - Eventualmente e 3x - Nunca	5x - Sempre, 7x - Eventualmente e 2x - Nunca

Fonte: Os autores

Diferentemente das demais salas, a sala 1 estava com o ventilador ligado durante a aplicação do estudo de inteligibilidade, podendo ser o motivo da quantidade de erros apresentados.

Em relação às medições no local, verificou-se que as salas estão de acordo com a ABNT NBR 10152. Na sala 1 os níveis de intensidade sonora equivalente foram de 44.6 dB e 46.1 dB, nos períodos da manhã e tarde, respectivamente, com o ventilador desligado. Ainda na Sala 1, mediu-se 58,7 dB e 58,4 dB, com o ventilador ligado. Na sala 2 os níveis de intensidade sonora equivalente foram 40.3 dB e 40.9 dB, enquanto na sala 3 os níveis foram de 39.3 dB e 40.4 dB.

Observando os resultados obtidos, observou-se que apesar da grande quantidade de erros no teste de inteligibilidade da fala na Sala 1, as sala em geral estão adequadas ao propósito a que foram construídas, quando analisada com o ventilador desligado. Analisando a quantidade de ruído na Sala 1 com o ventilador ligado, verifica-se que houve um aumento considerável na intensidade de ruído desse sala, podendo justificar assim, a quantidade de erros cometidos no teste de inteligibilidade.

4 CONCLUSÕES

Os valores encontrados com o uso do *software* REVERB 2010 para o Tempo de Reverberação das três salas estão muito próximos um do outro e muito próximos do valor T60 ótimo, com os valores próximos ao recomendável para salas de aula de 0,6 segundos de tempo de reverberação.

O questionário de inteligibilidade apresenta uma posição favorável para as salas em relação ao conforto acústico percebido pelos alunos. Porém, o resultado do estudo de inteligibilidade da fala demonstra um sério problema para a sala 1, apresentando um elevado número de erros em relação ao total. Esse elevado número de erros pode ser explicado por conta do ruído gerado pelo ventilador ligado e a possibilidade de influência negativa da leitura do locutor durante o teste nesta sala. Por esse motivo, se fazem necessárias ponderações sobre a aplicação do teste, com a sugestão para trabalhos futuros onde o teste seria aplicado por meio de um mesmo aparelho de som com uma única gravação de áudio (mesmo locutor, mesma dicção), com a mesma frequência e intensidade sonora para todas as salas estudadas.

Em relação às medições no local, as salas se mostraram confortáveis conforme a ABNT NBR 10152.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 10152. Acústica – níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, 1987.

_____. NBR 10151. Acústica - Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - Procedimento. Rio de Janeiro, 2000.

_____. NBR 12179. Tratamento acústico em recintos fechados - Procedimento. Rio de Janeiro, 1992.

ACOUSTICAL SOCIETY OF AMERICA. ANSI S12.60-2010 - American National Standard: Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools. Part 1: Permanent Schools; Melville, NY: Acoustical Society of America; 2010.

ARAÚJO, F. C. R. S. Inteligibilidade de fala em sala de aula e o ruído de tráfego urbano: modelagem e inter-relações. Dissertação de Mestrado. Universidade da Amazônia. Belém, 2009.

BRADLEY, J. S. Optimising Sound Quality for Classrooms. In: ENCONTRO DA SOBRAC, 20., 2002; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 2., 2002, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2002.

CASTRO, T. M. et al. Caracterização de blocos cerâmicos acústicos produzidos com incorporação de lodo de lavanderia têxtil. Revista de engenharia sanitária e ambiental. Vol. 20, nº , pag 47-54, 2015.

CBIC - Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Desempenho de edificações

habitacionais: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013.

ENIZA, A. O. Poluição Sonora em Escolas do Distrito Federal. Brasília, 2004. Dissertação de Mestrado - Universidade Católica de Brasília.

ENIZA, A.; GARAVELLIA, S. L. Acústica de sala de aula: estudo de caso de 2 escolas da rede provada do Distrito Federal. Revista de Acústica e Vibrações, n. 31, jul. 2003.

EVANS, G. W.; MAXWELL, E. L. The Effects of Noise on Pre-Scholl Childreen's Pre-Reading Skills. Journal of Environmental Psychology, v. 20, p. 91-97, 2000.

FERNANDES, A. G.; VIVEIROS, E. B. Impacto do Ruído de Tráfego em Edificações Escolares: uma metodologia de avaliação para o planejamento urbano. In: ENCONTRO DA SOBRAC, 20.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE METROLOGIA EM ACÚSTICA E VIBRAÇÕES, 2., 2002, Rio de Janeiro. Anais. Rio de Janeiro, 2002.

FERREIRA, A. M. C. Avaliação do Conforto Acústico em Salas de Aula: estudo de caso na Universidade Federal do Paraná. 2006. 128 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

HAGEN, M.; HUBER, L.; KAHLERT, J. Acoustic School Sasing. In: INTERNATIONAL FORUM ACUSTICUM SEVILHA, Sevilha, 2002. Proceedings... Sevilha, 2002. 1 CD-ROM.
HODGSON, M. Case-Study Evaluations of the Acoustical Designs of Renovated University classrooms. Applied Acoustics, Oxford, v. 65, n.1, p. 69-89, 2004.

IIDA, Itiro. Ergonomia: Projeto e Produção. Editora Edgard Blücher, São Paulo, 1995.

LOSSO, M. A. F. Qualidade Acústica de Edificações Escolares em Santa Catarina: avaliação e elaboração de diretrizes para projeto e implantação. 2003. 149 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

MENEGON, L. D. O ruído nas escolas e os problemas de saúde gerados a longo prazo de exposição. Bauru, SP, 2005. Monografia (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho) – Universidade de São Paulo – USP.

NÁBĚLEK, A.; NÁBĚLEK, I. Acústica da sala e a percepção da fala. In : Kartz J. Tratado de audiologia clínica. São Paulo: Manole: Manole; 1997. p.617-30.

NUNES, M; RIBEIRO, H. Interferências do ruído do tráfego urbano na qualidade de vida: zona residencial de Brasília/DF. Cadernos metrópole. Vol 19, p. 319-338. 2008.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – Dísponível em < http://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/noise> - Acesso 02/12/2015.

PIMENTEL-SOUZA F. Efeitos do ruído estressante. Anais da 49ª Reunião Anual da SBPC, vol. 1. 2007

RABELO, A. T. V. et al. Efeito das características acústicas de salas de aula na inteligibilidade de fala dos estudantes. Departamentos de Fonoaudiologia e Engenharia de Estruturas, Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG – Belo Horizonte (MG), Brasil, 2014.

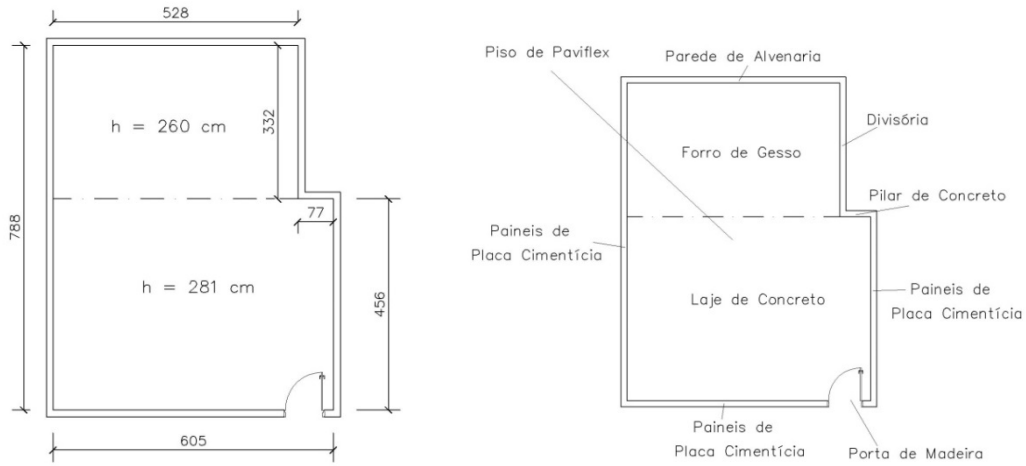
Software Reverb 2010. Autor Desenvolvedor: João Roberto Gomes de Faria. Versão completa e livre.

Technical Committee on Speech Communication of the Acoustical Society of America. Classroom Acoustics II. Acoustical barriers to learning. Melville, NY: Acoustical Society of America; 2002.

ZANNIN, P. H. T. et al. Comparação entre tempos de reverberação calculados e medidos. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 5, n. 4, p. 75-85, out-dez. 2005.

ANEXO

- Sala 1:



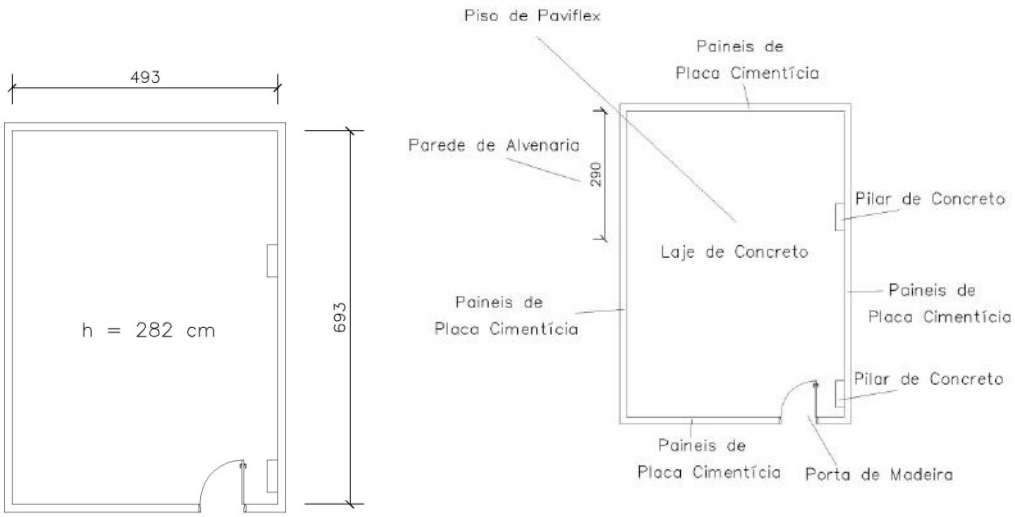
Fonte: Os autores





Fonte: Os autores (2016)

- Sala 2:

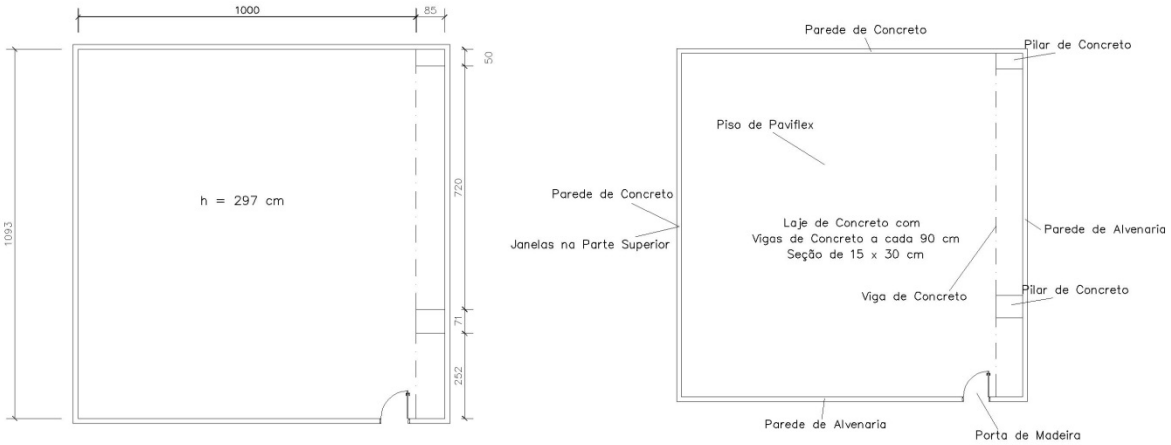






Fonte: Os autores (2016)

Sala 3:







Fonte: Os autores (2016)

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE RESIDÊNCIAS EXECUTADAS NO SISTEMA LIGHT STEEL FRAMING[1]

COSTA, Luana C. (1); LOVATO, Patrícia S. (2); COSTA, Thaiana C. (3)

(1) UPF, e-mail: luanaeng@yahoo.com.br; (2) UPF, e-mail: patricialovato@upf.br; (3) UNIRITTER, e-mail: thaianacosta_@hotmail.com

RESUMO

É recente o emprego do sistema construtivo *Light Steel Framing* (LSF) no Brasil, e portanto, há poucas informações sobre o comportamento das edificações construídas nesse sistema no decorrer do seu uso. Sendo assim, a avaliação pós-ocupação (APO) em edificações deste gênero torna-se crucial, tendo a finalidade de obter dados para efetuar melhorias no sistema construtivo e fornecer informações aos futuros usuários. Esta pesquisa foi realizada em um trabalho de conclusão de curso, cujo objetivo foi efetuar avaliação pós-ocupação em edificações construídas no sistema LSF do município de Passo Fundo-RS, de modo a coletar informações necessárias para analisar o desempenho comportamental e técnico das edificações em uso. O desenvolvimento da pesquisa se deu através de visitas nas residências, aplicação de questionários aos moradores do local e observações de desempenho físico com registros fotográficos. Foram avaliados o desempenho do produto em uso, incluindo itens como conforto térmico e acústico, manifestações patológicas, uso e manutenção, assim como o nível de satisfação do usuário. Verificou-se grande aceitação do sistema pelos moradores. A partir do estudo realizado, constatou-se que o LSF é uma solução construtiva viável para a região e satisfaz as necessidades dos usuários entrevistados.

Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação. Light steel framing. Desempenho.

ABSTRACT

It's recent the use of building system Light Steel Framing (LSF) in Brazil, and so there is few information about the behavior of buildings built in this system in the course of its use. Thus, post-occupancy evaluation (POE) in this kind of buildings becomes crucial, with the purpose of obtain data to make improvements in the building system and provide information to future users. This research was conducted in a graduation conclusion work, which aimed to do post-occupancy evaluation in buildings built in the LSF system in the city of Passo Fundo-RS, in order to collect information necessary to analyze the behavioral and technical performance of buildings in use. The development of the research was done through visits in the houses, questionnaires to local residents and physical performance observations with photographic records. The performance of the product in use, including items such as thermal and acoustic comfort, pathological manifestations, use and maintenance, as well as the level of user satisfaction were evaluated. There was wide acceptance of the system by the residents. It was found that the LSF is a viable constructive solution to the region, and meets the needs of interviewed users.

Keywords: *Post-occupancy evaluation. Light steel framing. Performance.*

[1] COSTA, Luana C.; LOVATO, Patrícia S.; COSTA, Thaiana C. Avaliação pós-ocupação de residências executadas no sistema Light Steel Framing. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O *Light Steel Framing* (LSF) é um sistema construtivo industrializado e racionalizado que resulta em edificações com aspecto final semelhante ao da construção convencional. Cabe destacar que por ser um sistema relativamente novo e apesar de se apresentar tecnicamente viável, é necessário um estudo mais aprofundado.

Todo sistema construtivo empregado deve ser avaliado quanto ao seu atendimento aos requisitos relativo ao desempenho e durabilidade, principalmente agora que a norma de desempenho - NBR 15575 (ABNT, 2013) - está em vigor. A qualidade da construção, como também o seu desempenho comportamental é de suma importância para o bem estar do usuário. Sendo assim, Salvati (2011) diz que é imprescindível e urgente que se haja uma concentração de esforços na implementação de pesquisas que possam permitir o desenvolvimento de tecnologias adequadas por meio de avaliações no decorrer do uso das edificações.

Tem-se um conhecimento bastante difundido de como se comporta um edifício construído no sistema convencional e os problemas que podem ocorrer quando se tem falhas de construção. No entanto, para o LSF, por ser um sistema que ainda está sendo implementado no Brasil, há poucas informações sobre seu comportamento no decorrer de seu uso. Devido à falta de conhecimento dos sistemas construtivos, a cultura brasileira tem por si que construções leves são sinônimo de fragilidade. Campos (2010) ressalta que as pessoas querem bater na parede e sentir o som de algo maciço e não oco, já que tradicionalmente a construção é marcada por tijolos e argamassa.

Sendo assim, a avaliação pós-ocupação em edificações que utilizam o sistema construtivo LSF é de suma importância para dar retorno de informações a fim de efetuar melhorias no sistema e fornecer informações aos futuros usuários. A APO é um instrumento indispensável no que diz respeito ao avanço das qualificações das construções e contribui para o esclarecimento de detalhes significativos, tanto para a fase de projeto, quanto no processo executivo.

Nesse âmbito é que se insere este trabalho, focando na avaliação do ambiente construído, de modo a obter dados para avaliação do referido sistema construtivo. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi efetuar avaliação pós-ocupação (APO) em edificações construídas no sistema LSF do município de Passo Fundo-RS, de modo a coletar dados e informações para posteriormente analisar o desempenho comportamental e técnico das edificações em uso.

2 MÉTODO DA PESQUISA

Foi realizada a avaliação pós-ocupação em residências construídas no sistema LSF, através de visitas nelas, tendo como foco primordial os usuários. Também aplicou-se um questionário para o casal, proprietários da

residência, para que respondessem em comum acordo todas as questões, visto que eles são agentes capaz de detectarem não somente eventuais problemas no uso e manutenção da edificação, como também qualidades essenciais do sistema construtivo.

O local de desenvolvimento do estudo e procedimentos adotados estão descritos a seguir.

2.1 Local de desenvolvimento do estudo

As edificações que fizeram parte deste estudo localizam-se em um condomínio fechado de casas, distante do centro da cidade, localizado no município de Passo Fundo-RS. Foi efetuada APO em apenas três residências, devido ao fato de serem as únicas casas executadas no sistema LSF e em uso há algum tempo no município e região. Posteriormente, havendo mais edificações construídas no sistema LSF na região, serão realizadas outras avaliações, complementando este estudo.

2.2 Questionário

O questionário para o usuário foi elaborado com base em questionários já aplicados nas pesquisas de APO's de Campos (2010), realizada em edificações construídas no sistema LSF em Ouro Preto-MG e Salvati (2011), realizada em edifícios residenciais de alvenaria estrutural, na cidade de Santa Maria-RS.

Na elaboração do questionário procurou-se adotar questões de múltipla escolha e utilizar uma linguagem de fácil interpretação, de modo a não influenciar os respondentes. Foi feito um levantamento das opiniões dos usuários a respeito de aspectos técnicos, comportamentais, presença de manifestações patológicas e qual seu nível de satisfação quanto à atual moradia. Definiu-se que o questionário não seria aplicado a idosos e nem menores de 18 anos.

2.3 Registros fotográficos e observações de desempenho físico

Foram realizadas visitas técnicas no local para, através de observações a olho nu, verificar a presença de fissuras, trincas, vazamentos e outras manifestações patológicas existentes, no interior e exterior das moradias.

Para o registro das informações, foram utilizadas fichas de observação de desempenho, as quais contêm a planta da edificação e a identificação de cada ambiente observado.

De maneira a complementar e orientar mais a pesquisa, foram feitos registros fotográficos, oferecendo melhor compreensão e caracterização do ambiente em análise.

3 CARACTERIZAÇÃO DAS EDIFICAÇÕES

As três edificações visitadas são de uso residencial de classe média alta e possuem aspectos bastante comuns entre elas, principalmente os tipos de materiais adotados para sua execução. Estas serão nomeadas de acordo com sua numeração no condomínio: Casa 02, Casa 24 e Casa 91.

Quando da realização da APO, as residências haviam sido construídas recentemente, não possuindo um longo período de uso. A APO foi realizada no final do inverno, dessa forma, nem todos os moradores passaram por um ciclo completo das estações do ano, não sendo possível avaliar 100% o desempenho do sistema na época de verão e calor rigoroso.

As características construtivas das residências e o tempo de ocupação quando realizada APO estão apresentados no Quadro 1. No Quadro 2 podem ser observadas a descrição das unidades habitacionais quanto ao número de pavimentos e ambientes .

Quadro 1 – Características construtivas das residências

LOCAL	**CASA 02** Ocupação: 10 meses Área: 188,61m²	**CASA 24** Ocupação: 10 meses Área: 255,38m²	**CASA 91** Ocupação: 5 meses Área: 259,54m²
Paredes externas	Placa OBS + cimentícia seguida de manta de polietileno. Acabamento em massa texturizada.	Placa OBS + cimentícia seguida de manta de polietileno. Acabamento em massa texturizada. Contempla também *siding* de madeira, no piso térreo.	Placa OSB + cimentícia seguida de manta de polietileno. Acabamento em massa texturizada.
Paredes internas	Placa OSB seguida de gesso acartonado. Impermeabilização com argamassa polimérica, seguida de cerâmica nas áreas molháveis.	Placa OSB seguida de gesso acartonado. Impermeabilização com argamassa polimérica, seguida de cerâmica nas áreas molháveis.	Placa OSB seguida de gesso acartonado. Impermeabilização com argamassa polimérica, seguida de cerâmica nas áreas molháveis.
Isolamento Termo-Acústico	Feltro de lã de vidro aglomerado com resina sintética.	Feltro de lã de vidro aglomerado com resina sintética.	Feltro de lã de vidro aglomerado com resina sintética.
Lajes	Concreto armado. Acabamento em piso laminado nas áreas secas e porcelanato nas áreas molháveis.	Concreto armado. Acabamento em piso laminado nas áreas secas e porcelanato nas áreas molháveis.	Estruturação em perfis de aço. Placa OSB seguida de manta asfáltica, seguida de contrapiso. Acabamento em piso laminado nas áreas secas e porcelanato nas áreas molháveis.

Fonte: Construtora

Quadro 2 – Características construtivas das residências (continuação)

LOCAL	**CASA 02** Ocupação: 10 meses Área: 188,61m²	**CASA 24** Ocupação: 10 meses Área: 255,38m²	**CASA 91** Ocupação: 5 meses Área: 259,54m²
Forro	Gesso com feltro de lã de vidro.	Gesso com feltro de lã de vidro.	Gesso com feltro de lã de vidro.
Telhado	Estruturação em perfis de aço, chapa OSB, placas de EPS, telha de fibro-cimento.	Estruturação em perfis de aço, chapa OSB, telha Shingle.	Estruturação em perfis de aço, chapa OSB, telha Shingle.
Esquadrias	Esquadrias de PVC.	Esquadrias de PVC.	Esquadrias de PVC.

Fonte: Construtora

Quadro 2 – Descrição dos ambientes existentes em cada pavimento

PAVIMENTO	**CASA 02** TÉRREA	**CASA 24** 3 PAVIMENTOS	**CASA 91** 3 PAVIMENTOS
SUBSOLO	Não possui.	Não possui.	Garagem.
1º PAV.	Sala de estar, sala de jantar, banheiro social, cozinha, área de serviço, 3 suítes, garagem semiaberta.	Sala de estar, sala de jantar, banheiro social, cozinha, área de serviço, escritório, garagem coberta por pergolado.	Sala de estar, sala de jantar, banheiro social, cozinha, área de serviço, escritório.
2º PAV.	Não possui.	3 suítes.	3 suítes.
3º PAV.	Não possui.	Terraço coberto, banheiro social.	Não possui.

Fonte: Construtora

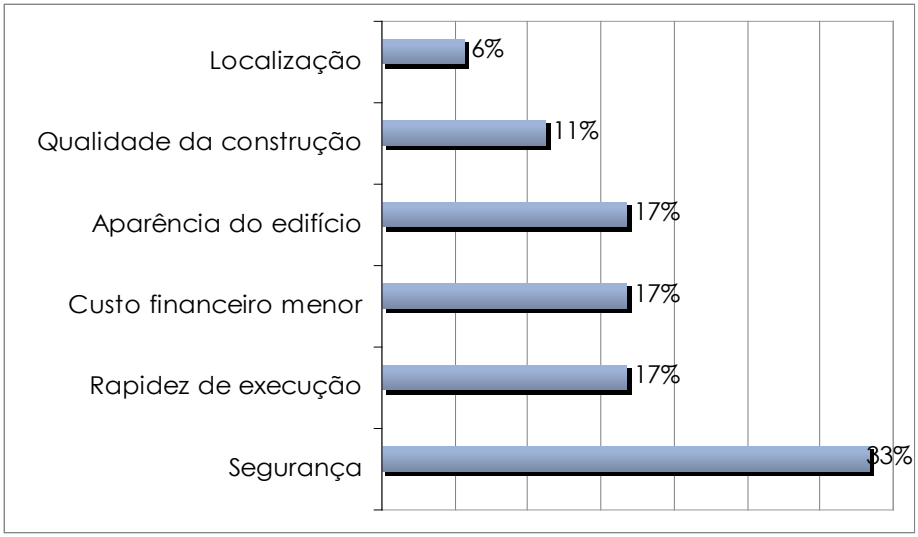
4 RESULTADOS

Na sequência estão apresentados os resultados obtidos nos questionários aplicados aos usuários, bem como as observações de desempenho físico das edificações em estudo. Para facilitar a visualização dos resultados os mesmos foram divididos em subitens: motivos de escolha pelo sistema, conforto ambiental, uso e manutenção, manifestações patológicas, desempenho global, comparação com outras moradias e satisfação com o sistema. Os aspectos observados na visita técnica estão incluídos no subitem manifestações patológicas.

4.1 Motivos da escolha pelo sistema

Os entrevistados apontaram três motivos de escolha da moradia, em ordem de importância. A partir das respostas dos usuários, foram atribuídos pesos para as motivos, em função da ordem de importância (peso 3 para o primeiro motivo, peso 2 para o segundo e peso 1 para o terceiro). Dessa forma, elaborou-se o gráfico da Figura 1.

Figura 1 - Motivos de escolha pelo sistema



Fonte: Os autores

De acordo com a Figura 1, o principal motivo que levou os proprietários a escolher este sistema foi a segurança. Porém, isso remete ao fato de ser um condominio fechado e não um propósito diretamente relacionado ao sistema construtivo.

Posteriormente e igualmente, a rapidez de construção, custo financeiro menor e a aparência do edifício. Estes últimos são os motivos apontados que têm relação direta com o sistema construtivo em estudo.

4.2 Conforto ambiental

Todos os proprietários estão satisfeitos com o conforto ambiental que a edificação proporciona. Dentre as respostas relacionadas a essa questão, a maioria classifica como "muito bom". Para uma avaliação mais particularizada, o conforto ambiental foi dividido em três subitens: iluminação natural, isolamento acústico e isolamento térmico.

Em relação à iluminação natural, foi observado que nenhuma das três moradias tem obstrução do sol em seu entorno, além de que elas dispõem de amplas esquadrias, principalmente nas salas de estar, jantar e cozinha. Neste item 2 casais dos moradores classificam como "muito bom", enquanto 1 casal como "bom".

O isolamento acústico obteve um bom índice de satisfação quando avaliado o isolamento no interior. Apenas o casal de moradores da casa 91 classificou como sendo "regular". Em relação aos ruídos vindos do exterior da edificação, estes obtêm uma melhor classificação, sendo que 2 casais indicam como sendo "muito bom" e 1 casal como "bom". Pode-se observar o resultado no Quadro 3.

Quadro 3 - Satisfação dos usuários quanto ao conforto acústico

Conforto acústico		Classificação
Em relação à ruídos internos	Casa 02	Muito bom
	Casa 24	Bom
	Casa 91	Regular
Em relação à ruídos externos	Casa 02	Muito bom
	Casa 24	Bom
	Casa 91	Muito bom

Fonte: Os autores

O isolamento térmico foi o que mais agradou todos os moradores. A moradora da casa 91, por exemplo, relata que no inverno não é necessário utilizar ar condicionado, nem aquecedores, pois a temperatura nos ambientes permanece agradável.

Além das conversas com os usuários, pôde-se observar esse item nos dias em que foram realizadas as visitas, pois coincidiu com dias de inverno onde a temperatura externa estava abaixo dos 10ºC, e ao entrar na residência, foi possível perceber que realmente o imóvel permanecia bastante agradável no seu interior, sem nenhum dispositivo de aquecimento estar ligado.

O nível de satisfação dos usuários neste quesito, por unanimidade, foi de "muito bom".

4.3 Uso e manutenção

Em relação à manutenção, nenhuma das moradias evidenciou problemas neste quesito, fato que pode ser motivado pelo pequeno período de uso das mesmas. Contudo, no estudo realizado por Campos (2010), onde foram avaliadas edificações construídas no sistema LSF nos estados de São Paulo e Minas Gerais com até 5 e 10 anos de ocupação, a autora constatou que 66,66% dos usuários responderam que a frequência com que a edificação apresenta problemas de manutenção é baixa. Complementando esta resposta, a maioria relatou que a necessidade de manutenção deste tipo de construção é menor que as construções convencionais, além de acharem muito mais fácil e muito mais rápida de ser feita.

Quanto a fixação de objetos nas paredes, todos os usuários classificam como sendo "fácil". Porém, na visita realizada na casa 02, atentou-se que uma das cortinas, colocada há pouco tempo, estava se desprendendo da parede. A moradora informou que não foram utilizadas buchas nem parafusos específicos para este sistema, pois ela não tinha conhecimento de tal. Sendo assim nota-se falta de entendimento do sistema por parte de alguns moradores, pois nenhum deles recebeu Manual do Proprietário ou algum treinamento de como realizar manutenções, conservações e informações sobre o uso correto da edificação.

Campos (2010) comenta em um dos seus estudos de caso que ao pendurar um aparador de grande peso na parede, não foi feito um bom acabamento por parte do profissional responsável, o que levou a moradora a considerar que seria sempre difícil pendurar um objeto mais pesado. A mesma autora confirma que em entrevista com os usuários, estes também consideram necessários mais treinamentos e mais divulgação sobre o assunto. Apenas uma minoria acha fácil e nunca teve problemas a respeito.

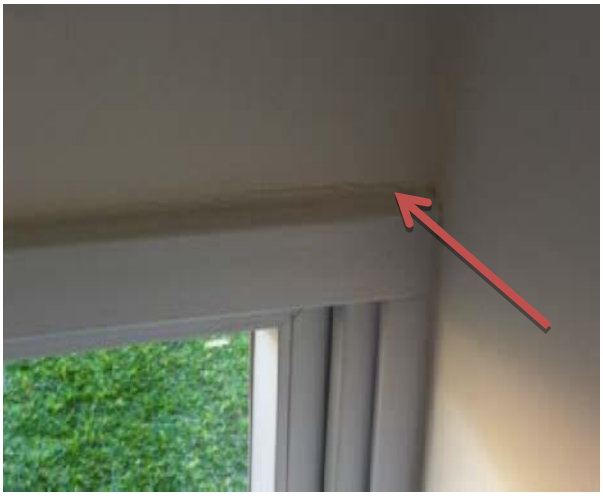
Referente a passagem de novas instalações elétricas e hidráulicas, apenas a moradora da casa 24 necessitou passar novas tubulações nas paredes. Ela explica que não houve dificuldade e que os reparos foram de forma fácil, prática e sem sujeira. O único inconveniente é que carece de mão de obra especializada para executar qualquer serviço. As empresas prestadoras de serviço da região ainda não estão preparadas para lidar com construções industrializadas.

Confirmando o que foi observado nesta pesquisa, Campos (2010) levantou que 60% dos moradores já tiveram que passar novas instalações e que foi mais fácil do que em construções convencionais, por não precisar quebrar paredes. Porém, apesar da pesquisa ser em outra região, também observam-se problemas em relação à pouca mão de obra especializada para realização dos serviços.

4.4 Manifestações patológicas

Durante a visita nas residências foram poucas as manifestações patológicas encontradas. Na casa 91, foi observada uma fissura no canto superior da esquadria que faz parte da escadaria, como mostrado na Figura 2.

Figura 1 - Fissura no canto superior da esquadria



Fonte: Os autores

A moradora da casa 02 relatou que logo no início da ocupação houve um pequeno vazamento na calha, o qual estava infiltrando para o forro de gesso da garagem. A Construtora foi acionada e o problema foi solucionado.

Os moradores da casa 24 informaram que há vazamento no vaso sanitário da suíte do casal, o qual está deteriorando o forro de gesso da cozinha, além dos marcos da porta que ficam logo abaixo do banheiro. Quando acionada a descarga, a água escorre no chão do banheiro, como mostra a Figura 3.

Figura 3 - Água escorrendo no chão do banheiro (a); Forro de gesso manchado e marcos da porta dando início ao empenamento (b)



(a) (b)

Fonte: Os autores

Outra manifestação patológica encontrada na casa 24 foi uma fissura no teto da sala de jantar, logo acima da persiana (Figura 4).

Figura 4 - Fissura no teto da sala de jantar



Fonte: Os autores

Verificou-se que quanto às manifestações patológicas identificadas nas três moradias, todas são atribuídas a problemas na execução de alguns sistemas complementares, ou por outra causa, que não o sistema construtivo em si.

4.5 Desempenho global

A satisfação dos usuários com a edificação é muito boa, sendo que praticamente não há índice de insatisfação com o sistema. Para a avaliação do desempenho global que a unidade oferece, foram verificados alguns quesitos aleatórios, os quais foram subdivididos em: segurança a assaltos e roubos, aparência externa da edificação, se a edificação sofre movimentos, se sentem segurança em relação à estrutura e como classificam a qualidade das paredes em relação à sua resistência.

Os dados coletados foram compilados e estão apresentados no Quadro 4.

Os usuários se sentem seguros à assaltos e roubos. Também estão satisfeitos com a aparência externa, visto que aparentemente ela não difere das construções convencionais. Quanto à qualidade das paredes em relação à sua resistência, todos os casais classificam como sendo resistentes e sentem total segurança no que diz respeito à estrutura da casa.

Por ser uma edificação executada com materiais leves, foi questionado se esta sofre alguma movimentação. Por unanimidade, os moradores responderam que a moradia não sofre nenhum tipo de movimento e que eles sentem que a moradia é tão segura quanto uma construção em alvenaria.

Posterior ao questionário, um dos usuários relatou que ocorreu a entrada de um roedor na sua moradia e estavam cogitando a hipótese de que o animal pudesse estar caminhando dentro das paredes, já que estas são ocas. Tal fato ocorrido tornou-se crucial para a avaliação do desempenho do sistema, pois assim obteve-se o conhecimento de que, nos Estados Unidos, as edificações possuem um sistema adicional, próprio para a realização das dedetizações no interior das paredes, justamente para a finalidade de proteger os moradores contra insetos e roedores.

Quadro 4 - Satisfação dos usuários em relação ao desempenho global

Item	Casa 02	Casa 24	Casa 91
Aparência externa	Muito bom	Bom	Muito bom
Há movimentação da edificação	Nada	Nada	Nada
Sente segurança na estrutura	Sim	Sim	Sim
Qualidade das paredes	Resistentes	Resistentes	Resistentes
Segurança a assaltos e roubos	Muito bom	Bom	Bom

Fonte: Os autores

Apesar de não constar nos questionários, outro item levantado foi sobre a vedação das esquadrias. Nos dias em que foram realizadas as visitas, os usuários das 3 edificações relataram que não estão satisfeitos com o desempenho das esquadrias de PVC, dado que estas não vedam totalmente a passagem do vento.

4.6 Comparação com outras moradias

A avaliação dos moradores ao se comparar a atual edificação com outras convencionais que já tenham morado classifica-se como sendo "melhor". Os usuários justificam a resposta em função que o sistema dispõe de excelente isolamento térmico, melhor conforto acústico e por ser uma construção mais prática, onde não é necessário quebrar paredes para fazer novas instalações e se obtém fácil acesso a encanamentos.

4.7 Satisfação com o sistema

É elevado o nível de satisfação com o sistema, sendo que 2 casais de usuários encontram-se "muito satisfeitos", enquanto 1 casal diz estar "satisfeitos". O levantamento de dados mostra que as três edificações avaliadas atendem às necessidades dos moradores e estes recomendariam a compra ou construção de uma casa neste sistema construtivo.

Para uma avaliação mais pormenorizada, pediu-se que os usuários atribuíssem um índice de satisfação em alguns parâmetros de maior interesse. Atribuiu-se peso 1 para índice de satisfação "baixo", 5 para satisfação "média" e 10 para índice de satisfação "alto". Os resultados foram somados a calculou-se a média. Dessa forma, elaborou-se o gráfico apresentado na Figura 5.

Figura 5 - Nível de satisfação dos usuários



Fonte: Os autores

Nota-se um índice de satisfação inferior aos demais parâmetros em relação à qualidade de vedação que as esquadrias de PVC oferecem, recebendo nota 4. Como os moradores receberam poucas informações sobre como devem usar e manter a edificação, este item recebeu nota 5. Tal situação acaba por resultar em desempenho não adequado com o passar do tempo. Os demais parâmetros analisados receberam conceitos mais elevados, revelando que os moradores estão contentes e satisfeitos.

5 CONCLUSÕES

O trabalho desenvolvido mostra as condições existentes de três edificações construídas no sistema Ligth Steel Framing do município de Passo Fundo-RS. Verificou-se que os usários estão satisfeitos com as residências, principalmente ao se referir de isolamento térmico e acústico. Os resultados obtidos superaram as expectativas, assegurando um alto nível de aceitação dos usuários entrevistados quanto à performance do sistema.

Sobre manutenção e reparos, os usuários dependem de mão de obra especializada para realizar o serviço, o que acaba sendo de difícil obtenção na região. É grande a aceitação e adaptação dos ocupantes, porém nota-se certa falta de informações referentes à correta operação e manutenção das residências industrializadas e especificação de todas as condições de uso. Conforme informações obtidas através das entrevistas, conclui-se que a necessidade de manutenção não difere muito das construções convencionais. Este item não pode ser analisado nas residências devido a não terem atingido um certo período de vida necessário para a realização de manutenções.

Os corretos processos executivos, o projeto contendo os devidos detalhamentos construtivos e a escolha adequada dos materiais e subsistemas a serem utilizados são responsáveis pelo triunfo do sistema LSF. Com base nos dados obtidos constatou-se que a qualidade das edificações avaliadas é superior às convencionais, pois atendem aos parâmetros de conforto e segurança, bem como um ótimo aspecto final da construção. Entretanto, não foram realizadas avaliações quanto aos requisitos da Norma de Desempenho, NBR 15575 (ABNT, 2013).

As manifestações patológicas encontradas não possuem ligação direta com o sistema construtivo em si. Deve-se haver maior cuidado com problemas na execução dos sistemas hidráulicos, pois eles acabam danificando a edificação de forma muito mais rápida quando comparado à obras em alvenaria.

A partir da avaliação realizada, constatou-se que o sistema é uma solução construtiva viável para a região e que satisfaz as necessidades dos usuários entrevistados. Entretanto, para confirmação dessas observações, necessita-se de uma amostragem maior, sendo que o estudo será complementado assim que houverem mais residências com determinado tempo de uso na região.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais - Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

CAMPOS, H. C. **Avaliação pós-ocupação de edificações construídas no sistema Light Steel Framing.** 2010. 164p. Dissertação (Mestrado). Escola de

Minas. Departamento de Engenharia Civil. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto.

SALVATI, A. C. **Avaliação pós-ocupação de edifícios residenciais em alvenaria estrutural.** 2011. 158p. Dissertação (Mestrado). Centro de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade de Santa Maria, Santa Maria.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A NORMA DE DESEMPENHO E AS ALTERAÇÕES NO PROCESSO DE PROJETO DAS EMPRESAS CONSTRUTORAS DE PEQUENO E MÉDIO PORTE[1]

COTTA, Ana Cláudia (1); ANDERY, Paulo Roberto Pereira (2)

(1) UFMG, e-mail: accotta@gmail.com; (2) UFMG, e-mail: paulo@demc.ufmg.br

RESUMO

O presente trabalho apresenta um estudo exploratório sobre a situação das empresas construtoras de pequeno e médio porte e de seu processo de projeto diante das demandas e exigências da NBR 15.575. O método de pesquisa é o *Design Science Research*, contemplando, nesse trabalho, a fase de contextualização do processo de projeto frente as exigências da norma, realizada por meio de estudos de casos em três empresas construtoras. Os resultados obtidos, ainda que parciais, mostram os desafios enfrentados pelas empresas: falta de conhecimento a respeito da norma e das exigências associadas ao processo de projeto, falta de projetistas qualificados, falta de informações técnicas de materiais e sistemas construtivos, processo de gestão de projetos pouco estruturado, com procedimentos e mecanismos de controle precários. Essas dificuldades, indicam a necessidade de mudança da lógica do mercado e a consequente valorização da etapa de projeto, com profissionais qualificados e um ambiente de colaboração.

Palavras-chave: Norma de desempenho. Gestão do processo de projeto. Empresas construtoras.

ABSTRACT

The present work presents an exploratory study on the situation of small and medium construction companies and its design processes on the demands and requirements of NBR 15.575. The research method is the Design Science Research, contemplating, in this work, a contextualization phase of the design process as regards to the new standard requirements, carried out by case studies in three construction companies. The preliminary results point out the challenges faced by construction companies: lack of knowledge about the new standard and the requirements associated with the design process, lack of qualified designers, lack of technical information about materials and construction systems, design management process poorly structured, with poor procedures and control mechanisms. These difficulties indicate the need to change the market mechanisms and the consequent appreciation of the design stage, with qualified professionals and a collaborative environment.

***Keywords**: Brazilian performance standard. Design process management. Construction companies.*

[1] COTTA, A. C.; ANDERY, P.R.P. A norma de desempenho e as alterações no processo de projeto das empresas construtoras de pequeno e médio porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Desde 2008 vêm sendo conduzidas, tanto nos meios acadêmicos como de mercado, discussões em torno da NBR 15.575.

A versão atual da norma, de julho de 2013, apresentou aprimoramentos em relação à versão anterior. Ao contrário da maioria das normas brasileiras, que possuem caráter prescritivo, a norma de desempenho possui caráter descritivo, determinando qual deve ser o comportamento da edificação em uso. Para Foliente *et al.* (2005), o conceito de edifício baseado no desempenho, envolve os fins e não os meios, ao longo de todo o ciclo de vida do edifício.

Por apresentar diretrizes que norteiam toda a cadeia produtiva da construção civil, esperava-se uma movimentação do setor, na busca de se transformar e se adaptar para atender à nova demanda. No entanto, ainda não parece haver resultados significativos relatados de quanto as empresas conhecem sobre a norma, quais procedimentos elas vêm adotando para sua implantação, quais são os maiores desafios e dificuldades frente as lógicas do mercado imobiliário e às questões relativas à custos de execução, à qualificação dos fornecedores e dos demais envolvidos.

É possível identificar algumas linhas de ação nesse sentido. Uma delas é o desenvolvimento de especificações técnicas por parte de fabricantes. Outra linha de ação, por parte de empresas construtoras, diz respeito ao aperfeiçoamento do controle de qualidade e do controle tecnológico de seus materiais e sistemas construtivos. Mas uma questão fundamental, ainda não completamente tratada, é a organização do processo de projeto: a gestão do processo de projeto voltada para o desempenho.

Nesse contexto, o presente trabalho tem como objetivo fazer estudo exploratório sobre o processo de projeto, tendo em vista a garantia do desempenho, de empresas construtoras de pequeno e médio porte. Mais ainda considerando o momento específico, uma situação de transição do mercado em que muitos projetos já estão em andamento, e precisam ser adaptados às diretrizes da norma. São apresentados os resultados preliminares de um projeto de pesquisa que visa estabelecer diretrizes e ferramentas para o processo de projeto voltado ao atendimento da NBR 15.575. O trabalho dá ênfase ao estudo diagnóstico sobre o processo de projeto, e sobre possibilidades de inserção de ferramentas e procedimentos no atual processo de projeto das empresas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A presente revisão limita-se a uma apresentação sintética de aspectos associados ao processo de projeto frente às exigências da NBR 15.575.

A melhoria da qualidade das edificações vem sendo cada dia mais exigida pela sociedade em geral, usuários, órgãos e organismos regulatórios e de fiscalização. A busca dessa qualidade pode ser definida como a busca do

desempenho das edificações. Com isso, nas últimas décadas, diversos países vêm ampliando seu embasamento científico através da criação das normas de desempenho para edificações (SORGATO, 2014). Estados Unidos, Austrália, Nova Zelândia, Canadá, e na Europa, onde vários países já possuem legislações e códigos (BAKENS, 2005).

Nesse contexto, surge o conceito de edifício voltado para o desempenho - *Performance Based Building* (PBB). Segundo Becker e Foliente (2005), nos PBB, todos os agentes envolvidos, nas várias fases do processo da edificação, têm a necessidade de garantir o desempenho em uso, como meta explícita.

O conceito de PBB e o conceito de qualidade são muito próximos. Para Souza *et al.* (1994), o desempenho de uma edificação é o seu comportamento em uso relacionando funções de segurança, habitabilidade, durabilidade e economia, e representando a qualidade da obra, vista como "adequação ao uso" ou satisfação das necessidades do cliente.

Nesse cenário, o sucesso do empreendimento está relacionado com as atividades desenvolvidas na fase de concepção do projeto e com a qualidade das soluções adotadas, assumindo grande importância o processo de projeto e as atividades no âmbito da coordenação de projetos (OKAMOTO e MELHADO, 2014). Mais ainda, os modelos para o processo de projeto precisam ser revistos, incorporando fluxos de trabalho que permitam que soluções de projeto sejam testadas e validadas durante o processo de concepção (LEE e BARRETT, 2013).

No Brasil, a norma de desempenho, com a primeira publicação em 2008 possui origem diferente das normas internacionais. Surge para avaliar sistemas inovadores, principalmente de habitações de baixa renda, protegendo sua população, que em geral, não tem conhecimento ou cultura capaz de avaliar o desempenho de um imóvel (OKAMOTO e MELHADO, 2014). No entanto, ao apresentar requisitos e critérios de desempenho - relacionados às necessidades dos usuários e seu bem-estar, e considerar todo o ciclo de vida do empreendimento, desde a fase de concepção - bem como os métodos de avaliação do atendimento dos requisitos, pode-se aplicar o conceito de PBB.

Com a publicação da norma de desempenho, surgem documentos, especificações e guias orientativos, para auxílio na leitura e melhor entendimento dos requisitos propostos pela norma. A coletânea de documentos denominada Melhoria do Desempenho em Empreendimentos de Habitação de Interesse Social (HIS) com orientações e especificações de desempenho nas HIS baseadas na NBR 15.575, lançada pelo Ministério das Cidades em out/2015 é um desses documentos.

3 MÉTODO

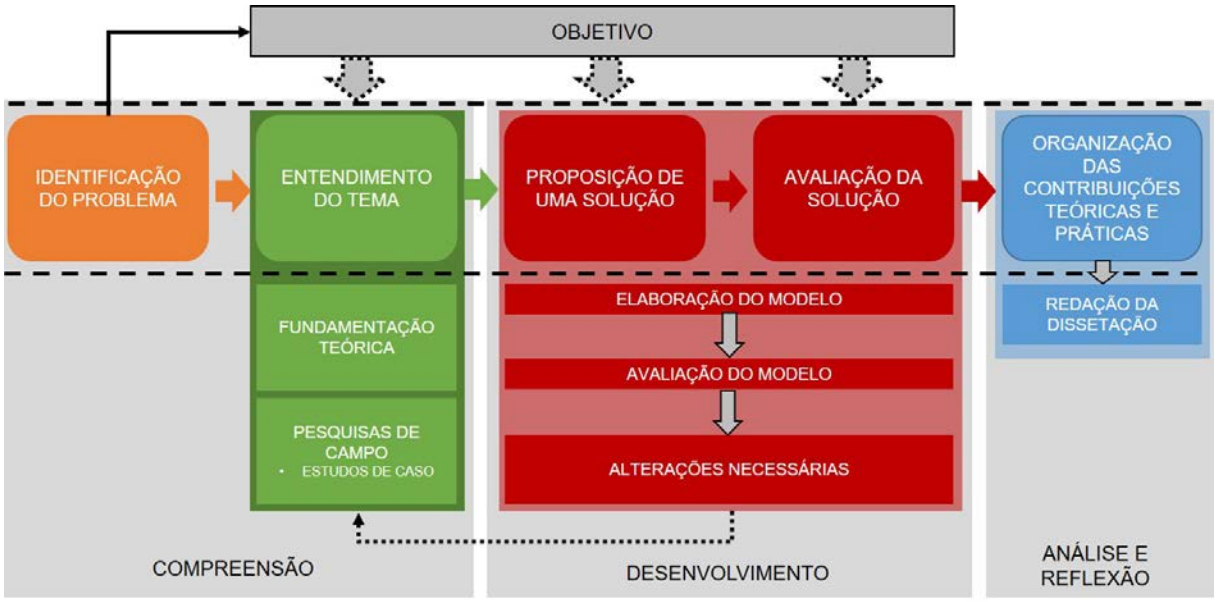
Para desenvolvimento desse trabalho, adotou-se o *Design Science Research* (DSR). Segundo Lukka (2003), o DSR deve produzir constructos inovadores,

para solucionar problemas reais e contribuir para a teoria da disciplina em que se encontram. Esses constructos são definidos como modelos, diagramas, planos, estruturas e devem ser diferentes dos que já existem, para criar uma nova realidade; devem, ainda, ser desenvolvidos a partir do conhecimento teórico existente. A teoria requer também que o construto seja testado através de aplicação prática, implicando no envolvimento e cooperação do pesquisador (LUKKA, 2003).

Esse artigo foi elaborado a partir de uma dissertação de mestrado, a qual buscou uma abordagem não focada apenas no estudo do tema, mas na proposição de solucionar os problemas encontrados e testar as ferramentas propostas; justificando a abordagem DSR. No entanto, a ênfase desse artigo está nos resultados preliminares ou no diagnóstico do processo de projeto voltado para o desempenho e não nas ferramentas propostas como solução para os problemas.

Diante da identificação de um problema real de como fazer a gestão do processo de projeto para atender a norma de desempenho, nas empresas construtoras de pequeno e médio porte - considerando, como premissa, que as empresas construtoras, em estudo, não possuem estruturação nem procedimentos claros para atendimento da norma, e que já estão com projetos em andamento- e buscando atingir o objetivo já mencionado, apresenta-se a estrutura dessa pesquisa dividida em etapas como mostra a Figura 1.

Figura 1 –Etapas da DSR



Fonte: A autora, adaptado de CAIXETA, 2015 e SHIGAKI; FORMOSO, 2015.

A etapa denominada compreensão abrange a identificação do problema, já citado, seguida do entendimento do tema. Trata-se do entendimento da realidade das empresas, mapeamento do processo de projetos, identificação do que as empresas fazem em termos de gestão da garantia

de desempenho. O objetivo principal desse trabalho é o enfoque nessa etapa da DSR.

As pesquisas de campo se deram por estudo diagnóstico (estudos de caso) em que se adotou como critério para seleção das empresas:

- Porte: pequeno e médio porte;
- Nicho de mercado: empresas voltadas para o mercado residencial;
- Disponibilidade: empresas com disponibilidade para compartilhamento de informações e para implementação dos constructos;
- Processo: empresas com processo de projeto minimamente estruturado.

- Foram selecionadas, inicialmente, três empresas dentro dos critérios apresentados e a intervenção se deu de forma planejada. Foi elaborado um protocolo e a sua aplicação se deu inicialmente apenas na Empresa A, como estudo de caso piloto. Após validação do protocolo, seguiu-se a aplicação do estudo de caso nas empresas B e C. O protocolo adotado foi:
- Elaboração de Roteiro para entrevistas;
- Identificação de fontes de evidência: entrevistas, análise de documentos e projetos disponibilizados, visitas em que se pôde presenciar as rotinas de trabalho, visitas à obra;
- Condução de entrevistas semiestruturadas e análise de outras fontes de evidência.

Os estudos de caso não pretendem generalizar as conclusões obtidas, mas explorar a situação das empresas e dificuldades para estruturação do processo de projeto tendo em vista a garantia do desempenho.

A segunda etapa, parcialmente desenvolvida, compreende a proposição de soluções para o problema encontrado e a avaliação das soluções propostas, com a verificação da necessidade de alterações e melhorias para sua melhor implementação e uso. Trata-se da proposição de ferramentas, modelos, diretrizes e sugestões de processos para o desenvolvimento de projetos voltados para a garantia do desempenho. Apresenta-se, ao longo do texto, quais foram as ferramentas propostas, até o momento, e como está sendo feito o processo para a sua validação.

Nessa etapa, de implementação de ferramentas, foi realizado, em cada empresa, um seminário para apresentação e discussão da norma.

A terceira etapa, de análise e reflexão, não é objeto desse trabalho.

4 ESTUDO DE CASO

Como parte da etapa de compreensão da DSR, desenvolve-se estudo de caso em três empresas construtoras, que serão caracterizadas a seguir.

4.1 Situação das empresas

Através de entrevistas, análise documental e de projetos, além de visitas, foi possível a elaboração de diagnóstico em que se apresenta a caracterização das três empresas estudadas. Além de construtoras, todas são também incorporadoras de obras próprias e possuem atuação em construção de edifícios predominantemente residenciais.

O Quadro 1, abaixo, apresenta a classificação quanto ao porte, região de atuação e tempo de atuação no mercado. A classificação quanto ao porte se deu de acordo com o número de funcionários, definido pelo Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas (SEBRAE), para as indústrias.

Quadro 1 - Caracterização das empresas estudadas – parte 1

Empresa	Porte	Região de atuação	Tempo de atuação
A	Pequena empresa	Belo Horizonte e região metropolitana de Belo Horizonte	11 anos
B	Média empresa	Estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Espírito Santo	48 anos
C	Média empresa	Região metropolitana de Belo Horizonte e Brasília	17 anos

Fonte: A autora, a partir dos dados coletados

O Quadro 2, a seguir, traz a área de atuação, o perfil de mercado e as características principais das construções residenciais.

Quadro 2 - Caracterização das empresas estudadas – parte 2

Empresa	Áreas de atuação	Perfil de Mercado	Tipo de empreendimentos residenciais
A	Edifícios residenciais predominantemente	Padrão médio alto	2 quartos com suíte – 62 m² Edifícios de 7 a 8 pavimentos em alvenaria estrutural 4 apartamentos por andar.
B	Edifícios residenciais predominantemente	MCMV – faixa 3	2 quartos sem suíte – 50 m² Edifícios de 7 a 8 pavimentos em alvenaria estrutural 8 apartamentos por andar
C	Casas, edifícios comerciais e residenciais	MCMV – faixa 2, edifícios residenciais de padrão médio alto e casas alto padrão	MCMV 2 quartos sem suíte – 44,50 m² Sobrados de 2 pavimentos em parede de concreto com 4 unidades geminadas, no máximo, por pavimento

Fonte: A autora, a partir dos dados coletados

Na sequência, apresentam-se características específicas das empresas estudadas.

1.1.1 Empresa A

A empresa A possui um processo de projeto definido, que é adotado nas suas obras, mas não possui processos escritos ou formalizados. Observou-se que a repetição do processo, mesmo não formalizado, acontece, mas só é possível devido ao número reduzido de funcionários que já conhecem a forma de trabalho da empresa A. A empresa A não possui sistema de gestão da qualidade e não tem a intenção de implementá-lo.

O processo de projetos se dá da seguinte forma: compra-se o terreno sem análises técnicas mais aprofundadas. Elabora-se o projeto arquitetônico, com o acompanhamento do proprietário da empresa A, sempre com o mesmo arquiteto, que já é parceiro da empresa. Esse arquiteto faz contato com o calculista, também parceiro e com um projetista de prevenção e combate a incêndio. Protocola-se a arquitetura para aprovação na prefeitura e após a aprovação iniciam-se duas frentes de trabalho: o desenvolvimento dos projetos das engenharias e a documentação para a incorporação da obra. O orçamento elaborado para a documentação de incorporação é o orçamento válido para obra; ele não apresenta marcos de realizados, nem reprogramações.

A gestão do processo de projeto é feita pelo engenheiro de obras que acumula as funções de coordenação de projetos, execução da obra e algumas compras técnicas. Não há procedimentos, mesmo informais, para a realização dessas atividades.

Quando da realização do estudo de caso, apesar da empresa A ter conhecimento da existência da norma de desempenho, não sabia como aplicá-la.

Dentre as ferramentas propostas para atendimento dos requisitos normativos, foi implantada, na empresa A, a ferramenta de mapeamento de riscos, em que se faz uma análise completa do entorno e os possíveis riscos para a edificação que será implantada. Leva em consideração níveis de ruído existentes, classificação de uso do entorno, condições de drenagem, qualificação e estabilidade do solo entre outros.

1.1.2 Empresa B

Certificada na ISO 9001:2008 e nível A do Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade na Habitação (PBQP-H) desde 2000, a empresa B tem todos os seus processos desenhados, formalizados e os aplica rotineiramente. Todo o seu quadro de pessoal, quando da integralização é treinado nos procedimentos propostos.

O processo de projeto se inicia com o documento de "análise crítica do negócio" que irá embasar a aquisição do terreno. Desenvolve-se o projeto arquitetônico com o acompanhamento do diretor comercial, sempre com o mesmo arquiteto, já parceiro da empresa B. Esse arquiteto faz consultas preliminares com os projetistas de estrutura e prevenção e combate a

incêndio, previstos para a obra em questão. Após protocolo e aprovação da arquitetura na prefeitura são iniciados o processo de incorporação e o desenvolvimento das demais disciplinas de projeto. É desenvolvido pelo mesmo arquiteto, o projeto executivo e a compatibilização.

Toda a gestão do processo é feita por uma coordenadora, que também elabora orçamento, planejamento físico e financeiro da obra, com histograma, e que direciona as soluções de projeto para atingirem o orçamento desejado.

Mesmo com processos estruturados, e já sabendo da existência da norma de desempenho, a empresa B ainda não havia identificado meios de como fazer para adotá-la em seus projetos. Um fato é que por já atender aos requisitos da ISO 9001, a empresa B já atendia a demandas da norma de desempenho, mesmo sem ter conhecimento disso.

Foi implementado na empresa B um processo de mapeamento de risco dos empreendimentos e um roteiro para elaboração do programa de necessidades, levando em conta a NBR 15.575. Outras ferramentas serão mencionadas adiante nesse trabalho.

1.1.3 Empresa C

A empresa C é certificada na ISO 9001:2008 e nível A do PBQP-H, mantendo em seus documentos a formalização de rotinas e processos de trabalho. As áreas e setores da empresa são bem determinados, havendo um setor específico de projetos responsável pelo desenvolvimento e contratação de todos os projetos das empresas.

O processo de projeto se inicia com a aquisição do terreno, onde é feita uma análise técnica não aprofundada do negócio e dos riscos de aquisição. O projeto arquitetônico é desenvolvido, sem consultas a projetistas de outras disciplinas. Após aprovação da arquitetura inicia-se o processo de incorporação e a contratação das demais disciplinas de projeto. São realizadas reuniões de coordenação entre todos os agentes envolvidos durante o desenvolvimento do projeto. São realizados o planejamento das atividades de projeto e as reuniões de coordenação para minimização de interferências entre as disciplinas e para a busca de soluções mais racionais visto que não são desenvolvidos projeto executivo de arquitetura e compatibilização.

Durante a realização de entrevistas na empresa C, identificou-se que mesmo sabendo da existência da norma de desempenho, a coordenação de projetos ainda não havia conseguido se mobilizar para atendimento de seus requisitos.

Foram implementados na empresa C o mapeamento de risco e os critérios para contratação de projetos, que apresentam, por disciplina e por fase de projeto, qual o escopo esperado, qual o seu grau de detalhamento e aprofundamento, visando o atendimento normativo.

1.1.4 Análise conjunta

A partir das fontes de evidências observou-se nas três empresas uma dificuldade que parece ser recorrente no segmento imobiliário: a necessidade de antecipar as contratações dos projetos das engenharias para o início do processo de concepção arquitetônica é uma das maiores dificuldades no processo de projeto para garantia do desempenho. Essa antecipação é vista apenas como desembolso financeiro e as contribuições que ela traz para as soluções de projeto, não são observadas, muitas vezes, pela falta de mecanismos para avaliar o impacto de um bom projeto.

Do ponto de vista da norma de desempenho, pode-se dizer que as três empresas estudadas estavam praticamente no mesmo patamar de conhecimento. As três empresas já sabiam da existência da norma de desempenho, mas não possuíam conhecimento técnico específico da mesma; o que fazer ou como fazer para aplicá-la. Os coordenadores de projetos não tinham conhecimento de quais procedimentos deveriam ser adotados ou quais informações deveriam constar em projeto para o atendimento normativo. No entanto, o que se pode observar também que nas empresas mais estruturadas, com processo mais desenhados, como a B e C, há mais facilidade de entendimento da demanda e maior pré-disposição para o atendimento.

Aspecto de destaque é o fato de que nessas duas empresas, há mecanismos de coordenação de projetos – fluxos de trabalho definidos, análise crítica, verificação e validação, necessários ao atendimento dos requisitos normativos, mas faltam processos associados a definição dos novos escopos dos projetos, momento de sua contratação e roteiros para análise das soluções técnicas referentes aos requisitos normativos.

4.2 Implementação preliminar das ferramentas de desempenho

No seminário preliminar realizado nas empresas foi apresentada a norma e suas partes, seus requisitos e ressaltados alguns critérios. Foram ressaltados pontos como a facilidade de atendimento de alguns requisitos ou os riscos de não atendimento de outros.

Como proposição de solução para o atendimento dos requisitos de desempenho, foram apresentadas ferramentas de apoio à empresa e seus projetistas, podendo citar: mapeamento de riscos, planilha de especificação de acabamentos, fluxo do processo de projeto (*workflow*), critérios de contratação de projetos, planilha de acompanhamento das atividades para a coordenação, *check list* de recebimento de projetos.

A validação das ferramentas apresentadas não se deu por completo, pois as empresas estão em fase de sua implantação, quando estão sendo avaliados o seu conteúdo e facilidade de aplicação com proposições de melhorias.

O mapeamento de risco foi implementado nas três empresas. Foi interessante observar que esse documento, que deve ser preenchido no

início do processo de projeto, precisa de informações que muitas vezes ainda não existem, nos processos de projeto vigentes nas empresas: informações como soluções de fundação, respostas de estabilidade do terreno, soluções de drenagem. Isso despertou, nas empresas, a necessidade de antecipação de contratação de alguns projetos e consultorias como sondagem e consultoria de solos.

Os critérios de contratação de projetos foram muito bem aceitos nas três empresas, que têm a intenção de aplica-los na próxima contratação de projetos, para que o escopo contratado esteja completo no que diz respeito às diretrizes da norma.

As três empresas estudadas estão com projetos em desenvolvimento os quais precisam atender as demandas da norma de desempenho. Os coordenadores de projeto se mostraram muito interessados em já tentar aplicar o *check list* de recebimento de projetos, já nos próximos projetos recebidos.

Com a apresentação do seminário e das ferramentas, observa-se nas três empresas o entendimento do que é a norma de desempenho, qual o seu grau de importância no resultado e na qualidade do empreendimento. Mostram ainda a disponibilidade em aplicar as ferramentas de apoio propostas, mas ainda não é possível fazer uma análise completa por não sabermos como será a reação dos projetistas para as ferramentas apresentadas e para as novas demandas que farão parte de seu escopo.

5 CONCLUSÕES

O desempenho só pode ser obtido com trabalho colaborativo e multidisciplinar, com o envolvimento de toda a cadeia e com processos bem delineados. Identificou-se que nas empresas mais bem estruturadas e com processos mais definidos tem-se mais receptividade e facilidade para implementação das ações. As ações propostas levam em consideração a melhoria do processo de projeto, apresentando marcos e etapas fundamentais para o desenvolvimento de um bom projeto, com procedimentos e mecanismos de controle, visando o desempenho, desde a contratação de projetistas até o recebimento, análise e aceite dos projetos.

Essa pesquisa traz contribuições para o mercado através da funcionalidade prática do plano de ação proposto e para a academia, por não existirem, ainda, muitos estudos focando a integração do processo de projeto e a garantia do desempenho.

REFERÊNCIAS

BAKENS, W. PBB – Performance Based Building. 10DBMC INTERNATIONAL CONFÉRENCE ON DURABILITY OF BUILDING MATERIAIS AND COMPONENTS, 2005, Lyon, France: CIB, 2005.

BECKER, R.; FOLIENTE, G. PBB International State od the Art. Performance-based building thematic Network – EC 5th Framework - PBB 2nd International SotA Report, 2005.

CAIXETA, M. **O usuário e o processo de projeto: Co-design em edifícios de saúde**. 2015. 231f.Tese (Doutorado em Arquitetua e Urbanismo) – Instituto de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2015.

FOLIENTE, G. et al. Performance Based Building R&D Roadmap. Performance-based building thematic Network – EC 5th Framework - PBB RTD Agenda Synthesis Report, 2005.

LEE, A.; BARRETT, P. **Performance Based Building: first international state-of-the-art report.** CIB Report 291, 2003.

LUKKA, K. The constructive research approach. In: OJALA, L. e HILMOLA, O.-P. (Ed.). Case study research in logistics: Publications of the Turku School of Economics and Business Administration, 2003. p. 83-101.

OKAMOTO, P. S.; MELHADO, S. B. A norma brasileira de desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Alagoas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2014.

SHIGAKI, J. S.; FORMOSO, C. T. Método integrado de projeto e Produção para empresas engineer-to-order com apoio de BIM. In Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 9, Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção, 6, 2015, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SIBRAGEC ELAGEC, 2015. p. 698-705.

SORGATO, M. J. et al. Análise do procedimento de simulação da NBR 15575 para avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre. v. 14, n. 4, p. 83-101, out./dez. 2014.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G.; SILVA, M. A. C.; LEITÃO, A. C. M. T.; SANTOS, M. M. **Sistema de gestão da qualidade para empresas construtoras**. São Paulo: CTE – Centro de Tecnologia de Edificações, Sebrae-SP, Sinduscon-SP, 1994.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ARQUITETURA ESCOLAR E A INCLUSÃO DE ALUNOS COM DEFICIÊNCIA INTELECTUAL E AUTISMO: ESTUDO DE CASO EM JUIZ DE FORA

CRUZ, Débora Rodrigues (1); ABDALLA, José Gustavo Francis (2); ANTUNES, Katiuscia Cristina Vargas (3)

(1) UFJF, e-mail: deborarcruz@hotmail.com; (2) UFJF, e-mail: gustavofrancis@globo.com; (3) UFJF, e-mail: katiuscia.vargas@hotmail.com

RESUMO

Este estudo deriva de uma dissertação de mestrado que investiga como a arquitetura escolar pode contribuir no cotidiano de alunos com deficiência intelectual e autismo, facilitando sua inclusão, educação e bem estar. O aumento no número de matrículas na educação inclusiva nas escolas fundamentais tem colocado para estas instituições a necessidade de adaptações físicas em seus ambientes. Não obstante a deficiência intelectual e o autismo sejam uma constante nas escolas, entende-se que a resposta espacial para as necessidades desses alunos requerem cuidados ainda não observados nos códigos e diretrizes de projetos de construção. Este estudo apoiou-se na literatura interdisciplinar do tema e no estudo de caso realizado em uma escola de ensino fundamental, onde foram utilizados as técnicas e instrumentos da Avaliação Pós-Ocupação. Com base nos resultados, foi possível obter um diagnóstico sobre a adequação dos ambientes escolares às necessidades dos alunos com deficiências (físicas, sensoriais, intelectual) e autismo e apontar possíveis intervenções no espaço físico das escolas, visando um melhor atendimento a estes alunos. Conclui-se que ainda existem problemas graves em relação à aplicação dos critérios de acessibilidade e que as adequações espaciais voltadas para o atendimento de alunos com deficiência intelectual e autismo não são nem mesmo consideradas.

Palavras-chave: Arquitetura Escolar. Educação Inclusiva. Deficiência Intelectual.

ABSTRACT

This study results from a master's thesis that investigates how school architecture can contribute in the routine of students with intellectual disabilities and autism, facilitating their inclusion, education and welfare. The increase in the number of school registrations in the inclusive education in basic schools places for these institutions the necessity of physical adaptations in its environments. Despite the intellectual disability and autism are a constant in schools, the spatial response to the needs of these students are not observed in the guidelines for construction projects. This study is based on interdisciplinary literature of the subject and in the study of case carried through in a school of basic education, where the techniques and instruments of the Post-Occupancy Evaluation were used. Based on the results, it was possible to get a diagnosis on the adequacy of school environment to the needs of the students with disabilities (physical, sensorial, intellectual) and autism and to point possible interventions in the physical space of the schools, aiming at one better attendance to these students. It was concluded that there are serious problems in relation to the application of the accessibility criteria, and that the space adequacies directed toward the attendance of pupils with intellectual disabilities and autism not even are considered.

***Keywords**: School architecture. Inclusive education. Intellectual disability*

1 INTRODUÇÃO

A proposta da educação inclusiva avançou e ganhou força a partir da década de 90 e trouxe discussões que perpassam pelas transformações do espaço escolar. Mas, para que a política de educação inclusiva gere respostas positivas na sociedade, as escolas precisam mais do que garantir a matrícula dos alunos com necessidades especiais, elas precisam viabilizar sua permanência, através da adoção de metodologias de ensino diversificadas, na capacitação de seus profissionais bem como na realização de adaptações arquitetônicas específicas, capazes de dar suporte para uma melhor aplicação das práticas pedagógicas diferenciadas (ANTUNES, 2007).

Neste contexto, entende-se que alunos com deficiência intelectual e transtornos invasivos do desenvolvimento (popularmente conhecido como autismo), requerem questões específicas para seu bem estar (físico, mental e social) atrelados à aprendizagem e ao uso dos lugares em que viverão experiências educadoras e existenciais. Para isso se faz necessário observar com cuidado o conceito de barreiras arquitetônicas[1] e entender que existem elementos que vão além dos normativos que podem limitar o uso do ambiente construído por esses indivíduos (SÁNCHEZ, VÁZQUEZ, SERRANO, 2011).

É relevante então, observar como as escolas estão sendo experienciadas e percebidas por estes usuários específicos, uma vez que suas características estarão influindo diretamente nessa percepção e indiretamente contribuindo ou não, no sucesso de sua educação.

Este artigo resulta de uma dissertação de mestrado que se caracteriza como uma pesquisa qualitativa e exploratória. Instrumentos da Avaliação Pós-Ocupação (APO) com abordagem experiencial foram utilizados. Buscou-se captar a percepção dos usuários ao experimentar o ambiente, bem como se ambicionou conhecer quais as principais características que determinam atributos necessários a um ambiente construído que: (1) sejam facilmente compreendidos por estes usuários específicos, (2) promovam ajudas no processo de aprendizagem, (3) maior autonomia, (4) oportunidades de socialização e (5) desafios de interação. Tudo isso visando garantir a independência e preservação da dignidade desses estudantes (SÁNCHEZ, VÁZQUEZ, SERRANO, 2011).

2 O CONCEITO DE DEFICIÊNCIA INTELECTUAL E DOS TRANSTORNOS INVASIVOS DO DESENVOLVIMENTO

O Manual Diagnóstico e Estatístico de Transtornos Mentais (DSM-IV, 1995) e a Classificação de Transtornos Mentais e de Comportamento (CID-10, 1993), utilizados na área da saúde, definem que uma criança só pode ser considerada deficiente intelectual quando, apresenta ao menos três

[1] Qualquer elemento natural, instalado ou edificado que impeça a aproximação, transferência ou circulação no espaço, mobiliário ou equipamento urbano (NBR 9050/ABNT, 2004).

sintomas: (1) coeficiente de inteligência abaixo do padrão considerado normal (QI abaixo de 70), (2) pelo menos duas dificuldades relacionadas ao comportamento adaptativo e (3) que os sintomas sejam manifestados antes dos dezoito anos de idade. Quando tais sintomas se manifestam após os dezoito anos não é mais considerado como deficiência intelectual, mas como doença mental.

Os Transtornos Invasivos do Desenvolvimento (TID) são caracterizados por severos déficits e prejuízo invasivo em múltiplas áreas do desenvolvimento. Incluem prejuízos: na interação social recíproca, na comunicação e a presença de comportamentos, interesses e atividades estereotipados. Pode haver grau de comprometimento cognitivo (75% a 80% dos indivíduos com TID), geralmente na faixa moderada (QI de 35-50). Podem apresentar hiperatividade, desatenção, impulsividade, agressividade, comportamentos auto agressivos, respostas incomuns a estímulos sensoriais e ausência de medo ou temor excessivo (DSM-IV, 1995).

Nos meios educacionais brasileiros, o conceito de deficiência intelectual adotado nos documentos oficiais tem como base o sistema de classificação da American Association on Intellectual and Developmental Disabilities (AAIDD)[2]. Segundo esta definição, a deficiência intelectual (DI) é "caracterizada por limitações significativas no funcionamento intelectual global, acompanhadas por dificuldades acentuadas no comportamento adaptativo, manifestadas antes do dezoito anos de idade" (AAID, 2010, pág. 02).

A AAID visa superar a concepção de que a DI é uma condição estática e difundir a ideia de que o desenvolvimento da pessoa com deficiência varia de acordo com o ambiente em que vive e dos apoios e suportes que a mesma recebe.

3 METODOLOGIA

As técnicas e instrumentos da Avaliação Pós-Ocupação (APO) foram referências para esta pesquisa, após uma revisão sistemática de literatura que permitiu observar limites de investigação. Na APO se considerou os pontos de vista dos usuários dos ambientes e dos pesquisadores no estudo dos valores, necessidades, expectativas e bem-estar em relação ao espaço (ORNSTEIN; ROMERO, 1992).

A partir do contato com a Secretaria Municipal de Educação, obteve-se a autorização para a realização da pesquisa junto à escola. Foram realizadas visitas iniciais à diretora da instituição para apresentação dos objetivos e métodos a serem empregados na investigação. Ao mesmo tempo, o projeto foi inscrito na Plataforma Brasil e encaminhado ao Comitê de Ética da UFJF. Com o consentimento da escola e o parecer favorável do Comitê de Ética (sob o nº 789.715, 25/09/2014), o trabalho de campo foi iniciado.

[2] Anteriormente denominada American Association on Mental Retardation (AAMR).

Inicialmente, tiveram-se coletas de dados com o Walkthrough; realizado através de um percurso dialogado, com registro fotográfico, croquis e gravação de áudio, abrangendo todos os ambientes necessários à investigação (RHEINGANTZ et al.,2009). No estudo em questão, a pesquisadora foi acompanhada pela diretora da escola.

A atividade de pesquisa posterior ao Walkthrough consistiu na aplicação de entrevistas estruturadas entre os professores de atendimento educacional especializado (AEE) e de ensino colaborativo. A Entrevista Estruturada seguiu um formulário com roteiro programado preparado dentro da lógica proposta por Rheingantz, et al (2009).

Foram elaboradas 32 questões, subdividas em cinco partes. A parte 1, "Identificação e caracterização pedagógica e profissional", buscou traçar o perfil dos profissionais entrevistados. A parte 2, "Arquitetura escolar", era composta por questões fechadas, onde os entrevistados atribuíam conceitos para os diversos ambientes da escola. A parte 3, "Mobilidade urbana" teve como objetivo conhecer o entorno da escola. A parte 4, "Espaço escolar" era composta por questões abertas que visavam a livre expressão dos respondentes por meio de palavras ou desenhos sobre a sala de aula (regular e de AEE) ideal, layout e posicionamento dos alunos com deficiências incluídos. A última parte, "Outras formas de acessibilidade", buscava identificar atributos ambientais específicos para a melhor realização do trabalho com alunos com DI e TID.

A elaboração das perguntas fundamentou-se na pesquisa bibliográfica realizada sobre critérios para uma observação da arquitetura escolar, voltados para alunos com DI e TID[3]. Foram obtidas 10 entrevistas, sendo 4 professores de AEE, 5 professores de ensino colaborativo e a diretora. Esta amostragem corresponde a 100% os professores de AEE e 50% dos professores de ensino colaborativo da escola investigada. A análise dos resultados iniciou-se pela hierarquização das respostas, considerando as evidências apontadas e explícitas na escola e também pelos dados significativos indicados de inadequação ambiental às atividades dos entrevistados (RHEINGANTZ et al.,2009).

É importante notar que todos os participantes, mesmo apesar das dificuldades inerentes da aplicação de tais instrumentos em um ambiente escolar, foram solícitos e interessados nos objetivos da pesquisa.

4 O ESTUDO DE CASO

A rede municipal de ensino de Juiz de Fora, conta com 102 escolas de ensino infantil e fundamental. Dentre estas, 34 escolas possuem sala de recursos multifuncionais para o atendimento educacional especializado, que "tem como função identificar, elaborar e organizar recursos pedagógicos e

[3] A pesquisa bibliográfica foi publicada em: CRUZ, D. R.; ABDALLA, J. G. F.; ANTUNES, K. C. V.. Deficiência intelectual e autismo: critérios para uma observação da arquitetura escolar. In: IV SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2015, Viçosa. **Anais do IV SBQP, 2015.**

de acessibilidade que eliminem as barreiras para a plena participação dos alunos, considerando suas necessidades específicas" (BRASIL, 2008, pág. 10). Três escolas, por suas características de prestação de assistência em quantidade e qualidade de interesse para a pesquisa foram selecionadas. Entretanto, para este artigo escolheu-se trabalhar unicamente com uma escola de padrão nacional que é a escola municipal Professora Núbia Pereira Magalhães. Ela foi investigada devido ao fato de possuir sala de recursos multifuncionais e ser a maior escola da rede municipal, tanto em sentido físico quanto em número de alunos atendidos pelo AEE. Há nela um total de 1053 alunos e desde sua fundação desenvolve o trabalho de inclusão escolar. Estão matriculados alunos com diversos tipos de deficiências e atualmente 50 alunos são atendidos pelo AEE.

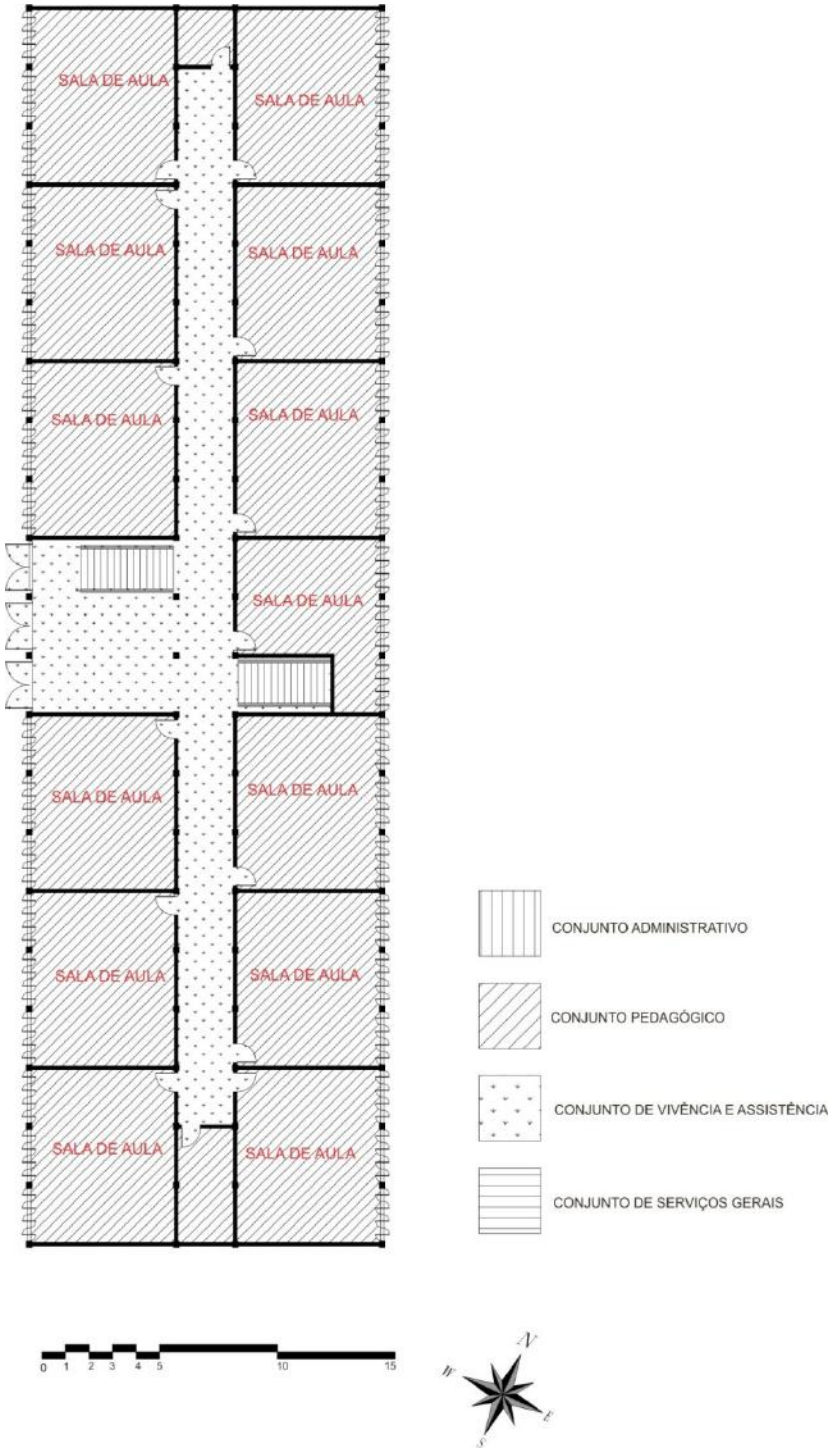
Inaugurada em 1994, esta unidade (Figura 1 e 2) fez parte de um projeto do Governo Federal denominado "Minha Gente", idealizado pelo governo do presidente Fernando Collor de Mello. Foram previstas a construção de cinco mil escolas em quatro anos. Os Centros de Atenção Integral à Criança (CAIC) funcionariam como centros comunitários espalhados por todo o território nacional e para elaborar o projeto dos CAICs, o educador Darcy Ribeiro convidou o arquiteto João Filgueiras Lima (Lelé). A produção das unidades mediante sistemas construtivos industrializados, leves e esbeltos em argamassa armada, era o diferencial capaz de tornar as obras mais econômicas, rápidas e factíveis em função do prazo e da abrangência do programa (GUMARÃES, 2009).

Figura 1 - Setorização - E.M. Núbia Pereira Magalhães



Fonte: os autores

Figura 2 - Setorização 1° pavimento E.M. Núbia Pereira Magalhães



Fonte: os autores

5 RESULTADO E ANÁLISE DAS INVESTIGAÇÕES

Os dois métodos de investigação adotados buscaram caracterizar os ambientes da escola e também avaliar a percepção de seus usuários. O passeio walkthrough proporcionou uma visão abrangente onde foi possível perceber quais são as situações vivenciadas pelos estudantes e professores em seu cotidiano. As entrevistas estruturadas, através de suas questões objetivas evitaram que os respondestes perdessem o foco da temática arquitetônica e as questões abertas permitiram a expressão mais livre e despretensiosa.

Com relação à acessibilidade, evidenciou-se que esta é a principal demanda para a efetivação da inclusão nessa escola. No projeto original foi previsto a instalação de um elevador para o acesso ao segundo pavimento, no entanto, este não foi instalado. Anos mais tarde, a direção da escola solicitou a secretaria de educação que fosse construída uma rampa para facilitar o acesso dos alunos com deficiências motoras ao andar superior. Porém a rampa construída na parte externa da escola não atende aos requisitos da ABNT 9050/2004 (Figura 3). Esta possui inclinação de 17,4% (muito superior aos 12,5% permitidos em casos de reformas), também não possui patamares a cada 0,80m de desnível, além de não possuir nenhum tipo de cobertura. Os alunos cadeirantes não utilizam esta rampa de forma independente e mesmo as professoras do ensino colaborativo relataram dificuldade em transitar com os alunos devido ao esforço físico dado a forte inclinação da rampa. Agrava-se o problema pela falta de cobertura que em dias chuvosos torna o circuito por ela impeditivo à assistência aos alunos.

Figura 3 - Rampa externa



Fonte: os autores

No principal acesso da escola a rampa possui inclinação dentro dos parâmetros desejáveis, porém o piso não é adequado para cadeirantes. Todos os acessos às áreas de recreação possuem degraus e rampas com inclinação adequada, porém conforme obervado pela própria diretora, as rampas se configuram como acessos secundários.

Além da acessibilidade física, foram relatados problemas de setorização e fluxos na espacialidade funcional da escola, especialmente em relação à

localização da sala de AEE. Esta, analiticamente tratando, está mal posicionada na escola, próxima a locais com fluxo intenso de pessoas, como a sala dos professores, coordenação e laboratório. Acrescenta-se o fato, observado pela investigação in loco, a escola não possuir tratamento acústico para isolar ruídos de um ambiente para o outro. Segundo os professores, os ruídos originados nos demais ambientes provocam alterações comportamentais e influenciam no trabalho com alunos com DI e TID.

Foram também verificados problemas relativos à iluminação natural e artificial. A iluminação e ventilação natural são prejudicadas pelo sistema de janelas pivotantes com fechamentos em placas de alcatex. Quando as janelas são fechadas toda a luz natural é bloqueada. A ventilação é mantida através de aberturas acima das janelas que são protegidas por toldos de fibra externos. Tal fato leva ao uso de iluminação artificial, que também apresenta problemas como: mau posicionamento das lâmpadas que causam zonas de sombreamento e outras de ofuscamento dentro da mesma sala. Tal situação pode provocar irritação, baixa atenção nas atividades ou até mesmo se tornar um elemento perturbador.

Conforme relatado pelos professores, o grande número de alunos dificulta o trabalho do professor, bem como não disponibiliza um espaço adequado aos profissionais que precisam dar suporte ao aluno dentro da sala. Estudos sobre o dimensionamento de escolas apontam a necessidade de uma área útil acima de 1,50m² por aluno em agrupamentos máximos de 13 a 20 alunos por atividade escolar (KOWALSTOWSKI, 2011). No entanto, observou-se que as turmas têm entre 30 a 35 alunos mesmo quando existem alunos com DI ou TID incluídos. O layout é tradicional com as carteiras dispostas em fileiras voltadas para o quadro. O mobiliário pesado dificulta a criação de diferentes arranjos. Os professores apontam a necessidade de ambientes flexíveis, de modo que se possa organizar a sala de acordo com a atividade pedagógica proposta. O layout com carteiras posicionadas em forma de "U" foi mencionado pelos professores como uma boa solução, porém também envolve a redução no número de alunos por classe. Nas salas de AEE, observa-se layout diferenciado do layout da sala de aula. Nele existem áreas para diversas atividades: individuais, pequenos grupos e brincadeiras. No entanto, não há divisórias entre estas áreas, ocasionando perturbações aos atendimentos quando acontecem em mesmo horário. Não há área separada para preparação do material pedagógico utilizado na sala de AEE.

A escola é carente de elementos de comunicação visual, não há presença de sinalizações eficazes, numerações, caminhos evidentes e nem de informações multissensoriais.

A aparência institucional do mobiliário da escola não favorece a criação de ambientes acolhedores necessários ao melhor atendimento dos alunos com DI e TID. Prontamente, o excesso de elementos visuais (pôsteres, quadros e estantes abertas com materiais pedagógicos expostos), especialmente nas salas de AEE, são apontados como fator de distração negativa, pois

atrapalham a concentração dos alunos durante os atendimentos. Os ambientes devem ser desprovidos dos elementos visuais não essenciais e as estantes para a armazenagem do material didático devem ser fechadas (VOGEL, 2009).

A escola investigada não dispõe de espaços de retiro. Nos momentos em que os alunos apresentam maior estresse, os professores de ensino colaborativo os retiram da sala e os levam para as áreas externas das escolas. Tais áreas são inadequadamente transformadas em espaços terapêuticos que acabam por expor publicamente distúrbios, transtornos e fragilidades, até que os alunos com DI ou TID tenham calma e condição psicológica e física de retorno à sala de aula.

O acesso externo dos alunos às salas de aula se dá através das circulações. Os demais ambientes, abrem para os corredores, configurando a ausência de zonas de transição entre espaços coletivos de natureza ampla (pátios, área esportiva, áreas de apoio etc.) dos de natureza restrita (sala de aula, de AEE, secretaria, sala de professores etc.). Tais estruturas físicas são úteis na compreensão e leitura dos lugares, na construção dos significados, bem como distinção dos valores de substancialidade e de ludicidade presentes na vivência escolar. Assim, avalia-se que se perdeu a oportunidade de fortalecer, tal qual proposto por Frago e Escolano (2001), o currículo oculto na subjetividade possível de ser percebida através da arquitetura escolar.

Tabela 2: Síntese dos critérios de projeto x realidades observadas

Critérios de Projeto	**Descrição do Critério**	**Correspondências observadas nos estudos de caso**
Acústica	Más condições acústicas constituem uma barreira suplementar para aprendizagem (DÉOUX, 2010).	Não há isolamento acústico entre as salas, os ruídos provenientes de outros ambientes atrapalham a concentração dos alunos.
Controlabilidade	Zonas de transição entre os espaços públicos e privados na forma de nichos ou corredores diferenciados para separar as salas de aula a partir dos corredores principais, fornecendo informações importantes do ambiente a partir de uma posição segura e defensiva (VOGEL, 2009).	Não existem zonas de transição entre espaços públicos e privados. O acesso aos ambientes se dá de forma direta, as salas de aula e os demais ambientes se abrem diretamente para os corredores.
Espaço Pessoal	Deve haver espaço suficiente para se movimentar e acessar os materiais de maneira fácil (UNITED KINGDOM, 2005).	As turmas são compostas, em média, de 30 a 35 estudantes, mesmo naquelas com alunos com DI e TID incluídos.

Espaços de Retiro	As crianças podem precisar se retirar para um local seguro para um tempo. Um espaço calmo pode ser um ambiente terapêutico (UNITED KINGDOM, 2005).	Não há espaços de retiro. Em momentos de estresse, os professores colaborativos retiram os alunos da sala e circulam pela escola.
Layout	Estruturas organizadas de modo claro e a criação de um senso de rotina geram menos estresse. A disposição das mesas em grupos permite uma maior interação e socialização (KHARE; MULLICK, 2009).	As salas de aula possuem layout tradicional e mobiliário pesado que não permite um fácil rearranjo para atividades pedagógicas diferenciadas.
Flexibilidade	A flexibilidade não significa mudança constante, mas capacidade de se transformar repentinamente. (VOGEL, 2009).	
Iluminação	A iluminação insuficiente ou inadequada provoca irritação, baixa atenção nas atividades ou até mesmo se torna um elemento perturbador (DÉUOX, 2009).	A iluminação natural é prejudicada por sistemas de janelas inadequados. A iluminação artificial cria zonas e ofuscamento e sombreamento nas salas de aula.
Comunicação Visual	Comunicação visual é uma forma de dar instruções necessárias ou uma sequência de passos para seguir uma atividade. (KHARE; MULLICK, 2009).	Não existem sinalizações indicativas dos ambientes além da secretaria e dos sanitários, nem informações multissensoriais.
Não-institucional	Cores adequadas para casas, mobiliário, texturas, vegetação, etc. podem tornar os ambientes mais aconchegantes e não institucionais (VOGEL, 2009).	O layout não é acolhedor, o mobiliário é antigo e pesado, com aparência institucional.
Simplicidade e Clareza	Os ambientes devem ser desprovidos dos elementos visuais não essenciais. As estantes para a armazenagem do material didático devem ser fechadas (VOGEL, 2009).	Excesso de elementos visuais, pôsteres, quadros e estantes abertas com materiais pedagógicos expostos.

Fonte: os autores

5 CONCLUSÕES

Diante do exposto se avalia que urgem adaptações de caráter emergencial para o atendimento aos alunos com DI e TID. Há necessidade de investimentos qualificados, com profissionais que estudem e entendam as necessidades em estrutura física das escolas, visando ultrapassar os limites prescritivos dados pela acessibilidade para deficiências motoras, mas também incluindo a DI e TID.

Teoricamente, há uma crescente preocupação em estabelecer espaços escolares inclusivos, atrelados às demandas educacionais atuais. Na prática, como visto, nem sempre ela se traduz em elementos concretos. No que diz respeito à acessibilidade arquitetônica, ficam evidentes e foram observadas adequações executadas fora dos padrões especificados. Os espaços escolares investigados, não oferecem autonomia de uso a pessoas com deficiências sensoriais, pois não dispõem nem mesmo de elementos básicos, como pisos táteis ou qualquer outra forma de orientação multissensorial, categoricamente concebida, reconhecida e elaborada com perspectiva de inclusão do aluno com DI ou TID.

Reconhece-se que não existe um projeto que atenda em toda a plenitude as necessidades de indivíduos com deficiência intelectual ou autismo. No entanto, arquitetos, gestores escolares, professores e pais podem aprender muito desses usuários para a identificação de atributos de um ambiente de apoio menos restritivo, e através de pesquisas que demonstrem sua efetividade.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio recebido

REFERÊNCIAS

ANTUNES, K.C.V. **Uma leitura sociológica da construção do espaço escolar à luz do paradigma da educação inclusiva**. 2007. 98f. Dissertação (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

ASSOCIAÇÃO AMERICANA DE RETARDO MENTAL. Retardo mental – definição, classificação e sistemas de apoio (2002). 10ª edição. (Tradução Magda França Lopes). Editora: ARTMED, Porto Alegre, 2006.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

CLASSIFICAÇÃO DE TRANSTORNOS MENTAIS E DE COMPORTAMENTO – CID-10. Descrições Clínicas e Diretrizes Diagnósticas. Coord. Organização Mundial da Saúde. (Tradução Dorgival Caetano). Editora: Artes Médicas, Porto Alegre, 1993.

DÉOUX, S. **Bâtir pour la santé des enfants**. Andorra: Medieco Éditions, 2010.

FRAGO, A. V., ESCOLANO, A. **Currículo, Espaço e Subjetividade: a arquitetura como programa**. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

GUIMARÃES, A.G.L. **A obra de João Filgueiras Lima no contexto da arquitetura contemporânea.** 2010. 143f. Tese (Doutorado - Área de concentração: História e fundamentos da Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo.

KHARE, R.; MULLICK, A. Incorporating the behavioral dimension in designing inclusive learning environment for autism. In: **International Journal of Architectural Research** – vol. 3 n. 3. Nov. 2009

KOWALTOWSKI, D. C. C. **Arquitetura Escolar: o projeto do ambiente de ensino**. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

MANUAL DIAGNÓSTICO E ESTATÍSTICO DE TRANSTORNOS MENTAIS – DSM-IV. 4ª edição. (Tradução Dayse Batista). Editora: Artes Médicas, Porto Alegre, 1995.
ORNSTEIN, S.; ROMÉRO, M. (colab.). **Avaliação Pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel; EDUSP, 1992.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso; AZEVEDO, Giselle Arteiro; BRASILEIRO, Alice; ALCANTARA, Denise de; QUEIROZ, Mônica. **Observando a qualidade do lugar: Procedimentos para a avaliação pós-ocupação**. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU-UFRJ, 2009.

SÁNCHEZ, P.A., VÁZQUEZ, F.S., SERRANO, L.A. Autism and the Built Environment. **Autism Spectrum Disorders - From Genes to Environment**, Sept. 2011.

UNITED KINGDOM. Department for Education and Skills. Building Bulletin 77: Designing for Pupils with Special Educational Needs and Disabilities in Schools, 2005.
VOGEL C. L. Classroom Design for Living and Learning with Autism. **Autism Asperger's Digest**. Maio/Junho, 2008.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O ESPAÇO ARQUITETÔNICO E O USO DOS ESPAÇOS COLETIVOS EXTERIORES DOS CONJUNTOS HABITACIONAIS DO PAR EM PELOTAS - RS[1]

CUMERLATO, Vitória Borges da Fonseca (1); MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer (2); GONSALES, Célia Castro (3); KERKHOFF, Hélen Vanessa (4); GUIMARÃES, Elisa Santos (5)

(1) UFPel, e-mail: vitoriacumerlato@gmail.com; (2) UFPel, e-mail: nirce.sul@terra.com.br; (3) UFPel, e-mail: celia.gonsales@gmail.com; (4) UFPel, e-mail: helenvkerkhoff@hotmail.com; (5) UFPel, e-mail: elisaguima@gmail.com

RESUMO

O artigo tem finalidade de investigar como e quanto o espaço arquitetônico e a tipologia de conjuntos habitacionais influenciam no uso e apropriação dos espaços coletivos exteriores dos conjuntos habitacionais do PAR em Pelotas-RS. Como metodologia, foi realizada uma análise arquitetônica e uma avaliação pós-ocupação (APO) dos conjuntos residenciais Porto e Querência, localizados na cidade de Pelotas-RS e integrantes do Programa de Arrendamento Residencial-PAR. Os conjuntos foram escolhidos por possuírem tipologias distintas e por participarem do PAR que, inicialmente, possuía o objetivo de preencher vazios urbanos com conjuntos de médio porte, prezando a qualidade da habitação e sua inserção urbana. A APO, feita através de mapas comportamentais e entrevistas aplicadas aos moradores indicou que os espaços que possuíam um uso frequente encontravam-se bem cuidados e seguros, porém para que estes espaços estivessem nessas condições, deveria existir um uso frequente, ou seja, uma apropriação por parte dos usuários. Tanto a análise arquitetônica como a APO, indicaram que o sentimento de pertencimento funciona como um estímulo para o uso e cuidado dos ambientes. O trabalho busca contribuir com a investigação de estratégias projetuais que possam estimular a apropriação dos espaços coletivos exteriores de conjuntos habitacionais, objetivando assim, o uso sustentável dos espaços.

Palavras-chave: Habitação social. Espaços coletivos. Espaço arquitetônico.

ABSTRACT

The article has purpose to investigate how and how much the architectural space and the type of housing influence the use and appropriation of the outer spaces of collective housing PAR in Pelotas. As a methodology, an architectural analysis an post-occupancy evaluation (POE) was performed of residencial complexes Porto and Querência, located in the city of Pelotas and members of the Programa de Arrendamento Residencial (PAR). The sets were chosen for their different types and participate in the PAR that initially had the goal to fill empty urban spaces, with medium-sized sets, valuing the quality of housing and its urban insertion. The POE made through behavioral maps and interviews applied to residents, indicated that the spaces that had a frequent use found themselves well-maintained and

[1] CUMERLATO, Vitória Borges da Fonseca; MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer; GONSALES, Célia Castro; KERKHOFF, Hélen Vanessa; GUIMARÃES, Elisa Santos. O espaço arquitetônico e o uso dos espaços coletivos exteriores dos conjuntos habitacionais do PAR em Pelotas - RS In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

safe, however, for these areas to be in such conditions, there should be a frequent use, that is a ownership by the users. Architectural analysis and the POE indicated that the feeling of belonging functions as an incentive for the use and care of the environment. The work seeks to contribute to the investigation of projective strategies to stimulate the appropriation of outer collective spaces of housing, thus aiming at the sustainable use of space.

***Keywords**: Housing. Collective spaces. Architectural space.*

1 INTRODUÇÃO

A influência do espaço arquitetônico no uso dos espaços coletivos já foi muito estudada por diversos autores, principalmente no tema da habitação de interesse social (HIS). Lay e Reis (2010) ressaltam a importância de considerar os aspectos físicos-espaciais para a qualidade do projeto de HIS, demonstrando que as relações entre as edificações e os espaços abertos tende a afetar o uso e a adequação dos mesmos, e logo a existência de um ambiente residencial socialmente sustentável.

As atividades humanas nos ambientes geram diversas consequências não previstas nos projetos arquitetônicos e urbanísticos que tendem a afetar o bem estar e a qualidade de vida dos usuários e moradores destes espaços (RHEINGANTZ, DE ALCANTARA, DEL RIO, 2005).

A qualidade do projeto arquitetônico é então, um instrumento capaz de estimular e influenciar o uso do espaço. De acordo com Reis (2002), o projeto deve atender não só às necessidades de conforto físico, mas contemplar as necessidades relacionadas ao comportamento humano e ao conforto psicológico.

A questão tipológica então, é uma variável importante nos estudos de psicologia ambiental e de relações ambiente e comportamento, considerando o fato de que a tipologia, assim como as características de inserção urbana, possuem grande potencial de influência no uso dos espaços (MEDVEDOVSKI, 2010).

Muitas avaliações pós-ocupação em HIS, demonstram que os espaços abertos dos conjuntos logo ficam vandalizados, diferente do que acontece com as habitações (ROMÉRO, ORNSTEIN, 2003).

Newman (1972) afirma que os moradores controlam apenas áreas que são claramente demarcadas como suas. Assim, a demarcação dos espaços dentro dos conjuntos - mesmo que de forma simbólica e não física - proporciona uma maior apropriação advinda dos usuários (MEDVEDOVSKI, 1997).

Appleyard e Jacobs (1982) de alguma maneira sintetizam todos esses aspectos apontando atributos para uma vida urbana verdadeira: a habitabilidade - condição que deveria proporcionar conforto físico às pessoas; identidade e controle - sentimento por parte do usuário de que uma parte do meio ambiente lhe é pertencente, individual e coletivamente, uma parte sobre a qual é responsável; e autenticidade e significado - no sentido de um claro entendimento das cidades por parte dos cidadãos.

Dentro deste contexto, este artigo pretende analisar dois conjuntos habitacionais com diferentes tipologias: um com sobrados geminados em fitas paralelas, o outro com edificações de quatro pavimentos também em fita mas configurando um pátio interno. A metodologia se dividirá em duas partes: a análise da proposta de projeto e a APO. O objetivo é averiguar o quanto as propostas de ocupação e uso dos espaços externos implícitas no projeto são realmente confirmadas na observação in loco do uso cotidiano.

2 OS OBJETOS E A METODOLOGIA

No ano de 1999, o Governo Federal criou o Programa de Arrendamento Residencial (PAR) que foi operacionalizado pela Caixa Econômica Federal (CEF) e gerenciado pelo Ministério das Cidades. O programa tinha como objetivo reduzir o déficit habitacional em municípios com mais de 100.000 habitantes, tornando viável a aquisição de moradias pela população com renda de três a seis salários mínimos.

O estudo de caso é composto, como anteriormente indicado, de dois objetos de estudo: o Conjunto Residencial Porto e o Conjunto Residencial Querência. Ambos localizados na zona urbana, o primeiro encontra-se no bairro do Porto e o segundo no Parque do Obelisco. Os dois conjuntos foram selecionados por possuírem tipologias arquitetônicas distintas e formas diferenciadas dos espaços coletivos exteriores.

Construído no ano de 2004, o Conjunto Residencial Porto é composto de 140 habitações, com dois dormitórios cada, dispostas em três blocos de quatro pavimentos. O Conjunto Residencial Querência foi entregue aos moradores em 2006. É composto de 297 habitações, com 2 dormitórios cada, e com pátio individual. A tipologia do conjunto é de sobrados geminados, com implantação em fita. O Conjunto Residencial Querência está dividido em quatro quadras, cada quadra funciona de forma isolada com espaços coletivos exteriores próprios, além do sistema de segurança e manutenção. Baseado na autonomia que cada quadra possui dentro do conjunto, o estudo foi realizado com a quadra de número 256, devido ao fato de ser a única que se conseguiu acesso livre aos espaços coletivos.

Para a realização do estudo, foi feita inicialmente uma análise que buscou um entendimento completo da proposta arquitetônica/urbana no sentido do projeto de seus espaços abertos. Num segundo momento foi realizada uma Avaliação Pós-Ocupação com coleta de dados realizada por multimétodos (GÜNTHER, ELALI, PINHEIRO, 2008; SOMMER, 2002), combinando dois métodos distintos com o objetivo de registrar o comportamento dos usuários e avaliar a satisfação dos mesmos com os espaços analisados.

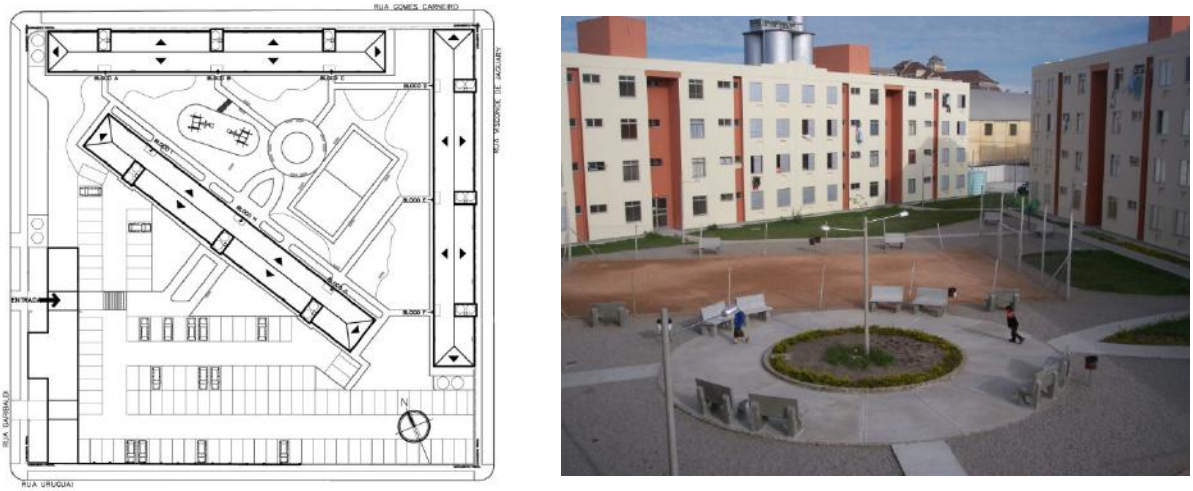
3 OS CONJUNTOS HABITACIONAIS

3.1 Análise arquitetônica

A análise teve como parâmetros os atributos indicados por Appleyard e Jacobs (1982) para uma vida urbana "verdadeira": o cuidado com questões de insolação, ventilação, e proteção sonora responde aos temas de habitabilidade; a demarcação - mesmo que de forma simbólica - dos espaços dentro dos conjuntos (privado, semi-privado e público) diz respeito a questões de identidade e controle; o cuidado com uma leitura adequada do entorno físico e cultural que contemple uma proposta em diferentes escalas - entorno imediato, bairro, cidade - dá ênfase a questões de autenticidade e significado.

3.1.1 Conjunto Residencial Porto

Figura 1 – Implantação e vista do conjunto



Fonte: Escritório de Arquitetura Vega & Amaral (2008)

O Conjunto Residencial Porto (Figura 1) está conformado por três edificações lineares em um quarteirão da região do porto de Pelotas. Está composto também por zonas abertas de uso coletivo e estacionamento. Possui ainda uma edificação menor – já existente no local (Figura 2), que serve de acesso de pedestres e veículos ao conjunto, e abriga a portaria, espaço para funcionários e um salão de festas.

Figura 2 – Prédio existente antes da implantação do Conjunto Residencial Porto

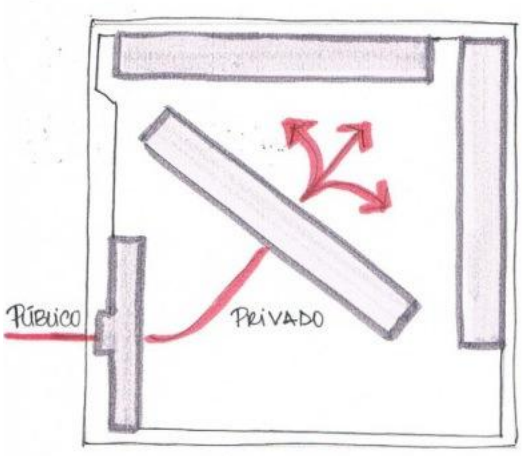


Fonte: Escritório de Arquitetura Vega & Amaral (2008)

Quanto à implantação, dois dos três blocos encontram-se inseridos no alinhamento predial, seguindo a característica do entorno, e o terceiro bloco encontra-se inserido no meio do terreno, dividindo o lote em dois espaços triangulares. Um desses espaços conforma um pátio interno onde estão dispostos a maioria dos espaços coletivos do conjunto. Nestes espaços encontram-se uma quadra esportiva, praça infantil e áreas de contemplação (áreas verdes com bancos). O outro espaço triangular é quase todo ocupado pelo estacionamento. A conexão entre os dois se dá essencialmente pela passagem central existente no prédio em ângulo. O cercamento com muro e telas, onde não há a presença das edificações, obriga o acesso ao conjunto somente pela entrada demarcada como principal, limitando assim a permeabilidade do terreno.

O acesso de veículos e de pedestres que se dá por meio do prédio antes existente, faz conexão do espaço público com o espaço privado (Figura 3), fazendo com que os moradores passem pelos espaços coletivos que ligam a portaria/estacionamento e os apartamentos.

Figura 3 – Acesso e fluxos



Fonte: Os autores (2015)

A única relação direta com o espaço público da cidade se dá através dos blocos que estão no alinhamento predial com as aberturas para a rua. Assim, há uma ideia de agrupamento mais introspectivo, que gera uma proteção para os espaços interiores.

Utilizando a classificação de Medvedovski (1998), a hierarquia dos espaços dentro do conjunto é feita da seguinte forma: espaços privados (apartamentos) e espaços semi-públicos (espaços coletivos exteriores), onde a entrada é permitida apenas aos moradores.

Quanto à orientação solar, o tipo de implantação do Conjunto Residencial Porto desfavorece a incidência do sol nos espaços coletivos exteriores. Os três blocos habitacionais funcionam como barreiras para o sol da manhã e do meio da tarde em diante. A implantação do conjunto também permite a presença de ventos (sentido leste) nos espaços coletivos na época de verão. O vão existente no bloco habitacional em ângulo permite a passagem do

mesmo, amenizando assim a sensação térmica gerada pelas altas temperaturas do verão. Já no inverno, os ventos (sentido nordeste) são barrados pelos blocos habitacionais protegendo as áreas comuns do conjunto.

Em relação ao tratamento das superfícies, as fachadas dos blocos são pintadas em duas cores distintas utilizadas para marcação dos acessos aos apartamentos. A alternância de cores nas superfícies torna as edificações legíveis e atrativas (Figura 4).

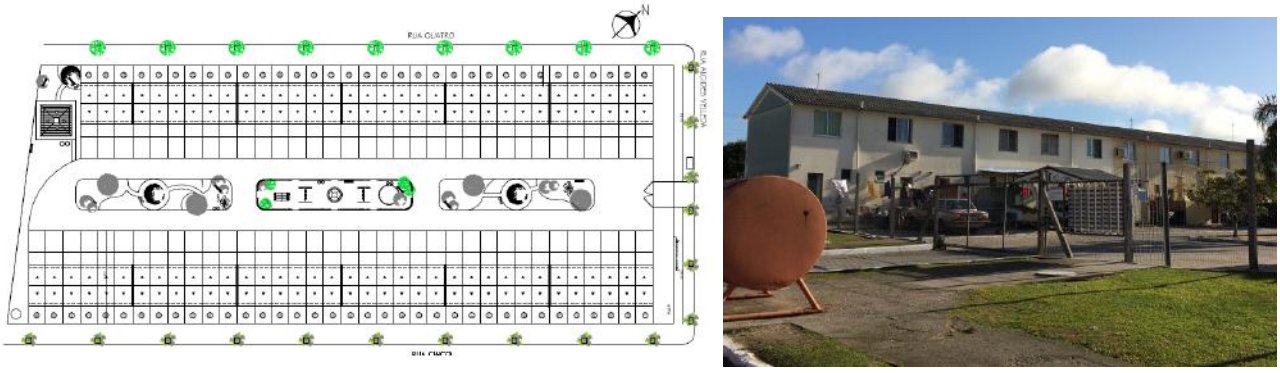
Figura 4 – Tratamento da fachada



Fonte: Escritório de Arquitetura Vega & Amaral (2008)

3.1.2 Conjunto Residencial Querência (quadra 256)

Figura 5 – Implantação e vista da quadra 256



Fonte: NAUrb / Os autores (2015)

A quadra 256 é composta por duas edificações lineares de dois pavimentos dispostas em fita (Figura 5). A implantação das edificações, uma paralela à outra e afastadas entre si, abriga um canteiro linear central (Figura 6), onde encontram-se a maioria dos espaços coletivos exteriores (praça infantil, área

verde e de contemplação). O canteiro linear encontra-se envolvido por ruas internas onde transitam apenas os veículos dos moradores da quadra. Aos fundos do terreno e separadas do canteiro linear, estão inseridas 4 churrasqueiras.

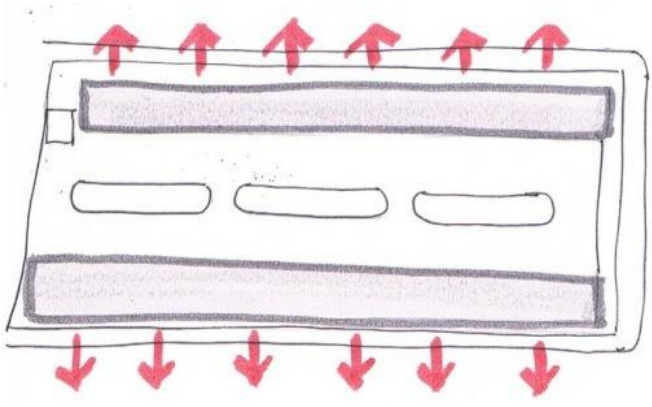
Figura 6 – Disposição das edificações e do canteiro central



Fonte: Os autores (2015)

As habitações possuem acesso independente e individual para a rua e recuo frontal, o que proporciona uma relação direta com o espaço público. A tipologia de sobrados geminados facilita essa interação. Além do contato direto com a rua por meio dos acessos, todas os sobrados possuem aberturas voltadas para o espaço público fazendo com que haja tanto permeabilidade visual quanto espacial (Figura 7). Quanto à hierarquia, percebe-se no conjunto uma certa divisão entre os espaços: privados (sobrados e recuo de fundos), semi-privados (recuo frontal e espaços coletivos exteriores) e público.

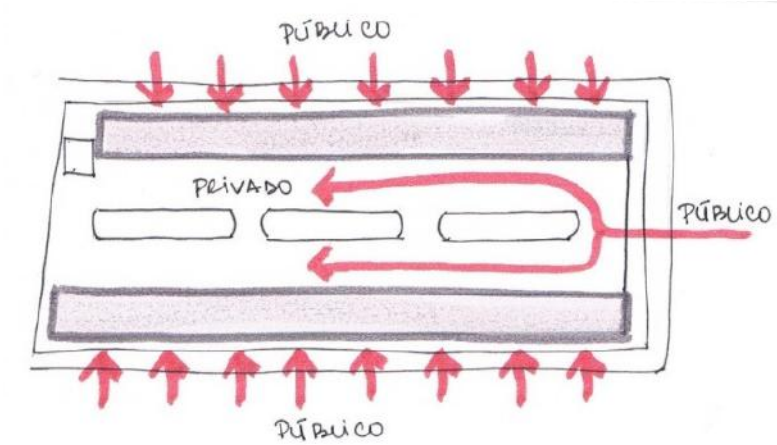
Figura 7 – Relação da quadra com a cidade: permeabilidade visual



Fonte: Os autores (2015)

Existe um acesso secundário para veículos/pedestres pela lateral do terreno, que liga o espaço público aos espaços coletivos (canteiro linear). Neste caso, os moradores podem optar por dois fluxos diferentes: o fluxo individual pelo sobrado, ou o fluxo que passa pelo canteiro linear (Figura 8).

Figura 8 – Acessos e fluxos



Fonte: Os autores (2015)

Em relação às condições climáticas, os espaços coletivos exteriores possuem uma ótima incidência solar, porque mesmo que estes espaços encontrem-se inseridos entre os dois blocos habitacionais, estes não agem como barreiras contra o sol. Quanto à ventilação natural, os ventos do período do inverno (sentido nordeste) possuem total acesso ao canteiro linear, ao contrário do verão, em que os sobrados impedem a entrada de ventos (sentido leste). Essa situação acaba inibindo o uso dos espaços coletivos da quadra no inverno, pois a presença do vento resulta em uma sensação térmica de bastante frio. E no verão funciona da mesma forma, a falta do vento faz com que a sensação térmica seja de alta temperatura e torne por vezes desagradável o uso do canteiro.

As superfícies das edificações foram pintadas com diversas cores, proporcionando um certo "movimento" e tornando assim, as habitações e o próprio canteiro linear mais atrativos para os usuários.

3.2 Avaliação pós-ocupação

A APO realizada nos conjuntos tornou possível obter um panorama geral de como os espaços coletivos exteriores são utilizados pelos usuários. A metodologia de multimétodos foi aplicada inicialmente por meio de um levantamento físico e fotográfico dos conjuntos, e posteriormente por meio de observações diretas realizadas durante 15 dias no inverno de 2015. As observações foram realizadas em períodos da manhã e tarde e em dias de semana e finais de semana, sendo registradas em mapas comportamentais.

Os mapas comportamentais registraram quais espaços possuíam uso mais frequente e em que período do dia estes espaços eram mais utilizados. Além disso, pode-se registrar se o uso dos ambientes coletivos era mais frequente nos dias de semana ou finais de semana.

Para completar a APO foram aplicadas 24 entrevistas semiestruturadas com os moradores dos conjuntos. As perguntas analisaram principalmente a satisfação dos usuários com as edificações e com os espaços coletivos

exteriores e frequência que eram utilizados estes espaços.

3.2.1 Conjunto Residencial Porto

As observações diretas mostraram uma maior presença de usuários (adultos de ambos os sexos) nos espaços coletivos exteriores no período da manhã. Ao final da tarde aumenta a presença de crianças/adolescentes. Estas, recém-chegadas do colégio, usam com maior frequência a praça infantil e a quadra esportiva. De acordo com as observações, o espaço mais usado do conjunto é a área de contemplação, seguido pela praça infantil. Pode-se constatar aqui que estes espaços são os mais utilizados por se encontrarem em ótimas condições. Também foi observado que o período que há uma menor ocorrência de usuários nos espaços coletivos, é o período da tarde, pois a maioria das crianças está estudando e os adultos trabalhando.

De acordo com as entrevistas, 58% dos moradores do conjunto consideram bons os espaços de uso coletivo, enquanto 17% consideram ruins. Quando questionados sobre a segurança, a maioria dos respondentes (83%) afirmaram que se sentem seguros nos espaços coletivos exteriores e relacionaram a segurança ao fato da presença do cercamento e pela portaria 24 horas. Alguns entrevistados ainda argumentaram que se sentem seguros pois muitas das janelas dos apartamentos eram voltadas para os espaços de uso comum, fazendo com que estes sejam cuidados pelos moradores mesmo dentro de casa.

Os moradores foram questionados sobre o que estaria faltando nos espaços coletivos do seu condomínio. Lixeiras e um estacionamento coberto foram dois dos itens mais citados. De acordo com os entrevistados, o estacionamento alaga com frequência e danifica os veículos. Percebe-se então que a escolha de uma pavimentação adequada e de um sistema de escoamento de água eficiente, ambas questões projetuais, poderiam impactar positivamente no uso do estacionamento.

Quanto à questão da satisfação, com a aparência dos prédios 100% dos entrevistados afirmaram não estarem satisfeitos devido a falta de manutenção dos mesmos. Já em relação a aparência dos espaços coletivos, a maioria afirmou estar satisfeita e atribuiu isso ao bom estado do mobiliário do condomínio e a limpeza dos ambientes.

3.2.2 Conjunto Residencial Querência (quadra 256)

A APO mostrou que não há um uso frequente dos espaços coletivos exteriores do Conjunto Residencial Querência. Os poucos usuários, em sua maioria, são crianças que utilizam a praça infantil e muitas vezes apenas exercem atividades dinâmicas ao redor do canteiro linear, o que torna a atividade perigosa pois há trânsito de veículos dos moradores. As áreas condominiais possuem uma aparência precária caracterizando um possível "abandono" por parte dos usuários. A questão projetual dos acessos, acabou impactando de forma negativa no uso dos espaços coletivos pois

estes acabaram isolados do trajeto habitual dos moradores, que preferem acessar os sobrados pela entrada individual.

Diferente do que se pensava, a tipologia inibiu, de certa forma, o uso dos espaços coletivos pois como cada sobrado possui um recuo de fundos (privado), os moradores acabaram se apropriando deste espaço como ambiente de lazer, fazendo com que o uso dos espaços coletivos se torne dispensável. Além disso, motivados pela vontade de expandir sua área privativa, os moradores acabaram se apropriando deste recuo de forma indevida, resultando em construções inadequadas.

De acordo com as entrevistas, 58% dos moradores consideram os espaços coletivos bons, porém a justificativa é a de que os mesmos não os utilizam, por isso não faz diferença os espaços estarem mal-cuidados. Quando questionados sobre segurança, quase metade dos entrevistados afirmaram não se sentirem seguros nos espaços coletivos. A insegurança foi relacionada ao descuido dos próprios moradores que muitas vezes deixam o acesso de veículos aberto, permitindo a entrada de estranhos ao conjunto. Outro fator que contribui para a insegurança são as privatizações, pois diversos moradores construíram muros altos, impossibilitando assim a integração interior/exterior e tornando o canteiro linear descuidado e inseguro.

Quando questionados sobre o item que faria mais falta nas áreas comuns, os entrevistados indicaram um espaço para festividades. Apesar do conjunto possuir churrasqueiras, de acordo com os moradores, as mesmas encontram-se em péssimas condições, além de não possuírem infraestrutura/manutenção adequada.

Quanto à questão da aparência do conjunto, 58% dos entrevistados afirmaram estarem satisfeitos com a aparência dos espaços coletivos, porém muitos argumentaram estarem satisfeitos porque não usavam os ambientes. Já em relação aos sobrados, quase metade dos entrevistados mostraram-se incomodados com as construções fora do padrão. Essas privatizações são fruto da restrita área dos sobrados e de uma falta de hierarquização dos espaços que acabam comprometendo tanto a aparência dos conjuntos quanto à dos espaços coletivos exteriores. Muitos dos entrevistados afirmaram que essas apropriações indevidas tornavam o conjunto desorganizado, ilegível e com aspecto precário, desestimulando o uso do canteiro linear.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

Após a aplicação da metodologia, foram realizadas relações entre a análise arquitetônica e a APO dos conjuntos. Uma análise comparativa entre os dois objetos de estudo mostrou como o espaço arquitetônico e a tipologia de cada conjunto influenciou no uso e apropriação dos espaços coletivos exteriores.

Comparando as duas tipologias (prédio em altura x sobrados) percebeu-se que no Conjunto Residencial Porto, há um uso mais frequente dos espaços

coletivos do que no Conjunto Residencial Querência, devido a área limitada dos apartamentos e a baixa interação social que os pavimentos mais altos possuem. A tipologia de prédio em altura estimulou o uso dos espaços coletivos do condomínio, que acabaram apropriados pelos usuários e mantidos em bom estado.

A tipologia de sobrados do Conjunto Residencial Querência, diferente do que se pensava, impactou de forma negativa no uso dos espaços coletivos exteriores. Apesar dos sobrados proporcionarem uma conexão direta com o espaço público e com a cidade, o que é um aspecto positivo, no caso deste conjunto, a tipologia contribuiu para o desuso dos espaços coletivos, devido ao fato dos recuos (frontal/fundos) servirem de espaço de lazer e interação social.

Em relação aos acessos, no Conjunto Residencial Porto o fluxo principal foi integrado aos espaços coletivos exteriores, proporcionando um trânsito de moradores neste espaço. A "obrigação" de transitar pelas áreas comuns do conjunto influenciou de forma positiva sua apropriação, pois como todos os moradores passam em algum momento nessa área, eles acabam contribuindo para que o espaço se mantenha bem cuidado. Além disso, a sensação de segurança é maior pois sempre há a presença de algum morador nos espaços coletivos exteriores chegando ou saindo de casa. No Conjunto Residencial Querência, ocorre o oposto, o projeto arquitetônico criou dois fluxos, e de acordo com a APO, o mais utilizado é o individual de cada sobrado. Essa estratégia, indiretamente, fez com que os espaços coletivos fossem isolados e não fizessem parte do trajeto do morador. Assim, com a quase inexistente presença de usuários e a aparência de abandono no canteiro linear, a insegurança acaba tomando conta do mesmo.

Outra questão projetual que foi determinante para o uso/desuso dos espaços coletivos exteriores dos conjuntos, foi a condição climática incidente sobre estes espaços. Comparando as implantações dos conjuntos, no caso do Conjunto Residencial Querência, há incidência solar tanto no verão quanto no inverno. No verão, o uso do canteiro linear pode ser prejudicado devido a falta de áreas sombreadas e de ventilação natural, contribuindo para uma sensação térmica desconfortável. No inverno, ocorre o mesmo, o uso dos espaços coletivos exteriores podem ser prejudicados pela presença dos ventos predominantes da época. Já no Conjunto Residencial Porto ocorre o oposto. Apesar da implantação dos apartamentos barrarem a incidência solar nos espaços coletivos, o projeto arquitetônico do bloco central proporcionou uma passagem de ventos predominantes no verão, deixando o espaço mais confortável e no inverno, os ventos predominantes são barrados pelos apartamentos, fazendo com que os espaços coletivos fiquem protegidos. Percebe-se que essa estratégia projetual funcionou pois os espaços são utilizados em períodos variados do dia, inclusive à noite.

5 CONCLUSÃO

Com este estudo, pode-se concluir que o espaço arquitetônico e a tipologia dos conjuntos possuem papel fundamental no uso e apropriação dos espaços coletivos exteriores. O projeto arquitetônico é capaz de estimular a utilização destes espaços, tornando-os atrativos para os usuários e cenário de interação social, contribuindo para uma melhora significativa na qualidade de vida do morador da HIS.

Percebe-se que mesmo o PAR auxiliando milhares de famílias a realizar o sonho da casa própria, o programa utiliza a produção em massa fazendo com que na etapa de projeto, fatores importantes não sejam levados em consideração. Características climáticas, orientação solar e a realidade local são alguns dos fatores que ficam "esquecidos", acarretando consequências diversas como a falta de manutenção dos espaços coletivos e das edificações; o vandalismo nos conjuntos; a insegurança; o desuso dos ambientes que deveriam promover uma integração social e a apropriação indevida de áreas semi-privadas. Muitos destes problemas, presentes nas HIS, contribuem negativamente no uso e apropriação dos espaços coletivos exteriores e na satisfação dos próprios usuários.

A integração dos acessos/fluxos aos espaços coletivos, a associação das áreas verdes e de lazer às unidades habitacionais, a demarcação clara e legível dos espaços privados/semi-públicos (coletivos), e a implantação do conjunto explorando o melhor aproveitamento das condições climáticas do terreno são estratégias projetuais simples de serem aplicadas que podem contribuir positivamente no uso dos espaços coletivos exteriores das HIS.

Concluiu-se então que a apropriação e o uso dos espaços e suas boas condições compõem um ciclo. Aqueles espaços apropriados pelos usuários encontram-se bem cuidados, e assim quanto melhores as condições dos ambientes mais estes são utilizados. Já ambientes em desuso, em que os usuários não possuem sentimento de pertencimento, tendem a ser tornar ambientes descuidados, fazendo com que o uso do espaço se torne uma realidade distante. Verificou-se que como o projeto arquitetônico têm o poder de modificar a realidade do uso cotidiano das HIS. Com estratégias projetuais eficazes e compatíveis com as políticas habitacionais, é possível promover uma maior qualidade de habitação popular, além de uma melhora na qualidade de vida dos usuários.

REFERÊNCIAS

APPLEYARD, Donald; JACOBS, Allan. **Toward an Urban Design Manifesto**. Working Paper n°384, Institute of Urban and Regional Development, University of California, Berkeley, 1982.

GÜNTHER, H.; ELALI G. A.; PINHEIRO, J. Q.; **A abordagem multimétodos em estudos pessoa-ambiente: características , definições e implicações.** In: PINHEIRO, J. Q.; GÜNTHER, H. (Org.) Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente. São Paulo: Casa do Psicólogo, 2008.

MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. **As indefinições de responsabilidade da manutenção dos espaços exteriores em conjuntos habitacionais populares - avaliação pós-ocupação**. Pelotas: 1997.

MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. **A Vida sem Condomínio: Configuração e Serviços Públicos Urbanos em Conjuntos Habitacionais de Interesse Social**. Tese de doutorado. USP. São Paulo: 1998.

MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer; NÚCLEO DE PESQUISA EM ARQUITETURA E URBANISMO. **Relatório Técnico: Geração de indicadores de qualidade dos espaços coletivos em Empreendimentos de Habitação de Interesse Social.** Pelotas: 2010.

NEWMAN, Oscar. **Defensible Space: People and Design in the Violent City.** Nova York: Collier Books, 1972.

REIS, Antônio Tarcisio da Luz; LAY, Maria Cristina Dias. **O projeto da habitação de interesse social e a sustentabilidade social**. Ambiente Construído. Porto Alegre, v. 10, n. 3, p. 99-199, jul;set. 2010.

REIS, Antônio Tarcisio da Luz. **Aparência, qualidade e habitação sustentável.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., Foz do Iguaçu. Anais... Foz do Iguaçu: ENTAC, 2002.

RHEINGANTZ, Paulo AFonso; DE ALCANTARA, Denise; DEL RIO, Vicente. **Avaliação Pós-Ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação social**. Porto Alegre : ANTAC, 2003. -(Coleção Habitare)

ROMÉRO, Marcelo de Andrade; ORNSTEIN, Sheila Walbe. **A Influência do Projeto na Qualidade do Lugar: Percepção da Qualidade em Áreas Residenciais no Rio de Janeiro, Brasil.** Sociedade e Território. Rio de Janeiro, v. 39, p. 100-118, dezembro. 2005.

SOMMER, B.; SOMMER, R. **A practical guide to behavioral research, tools and techniques.** Nova York: Oxford University Press, 2002.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PERCEPÇÃO DO USUÁRIO QUANTO À LUZ NATURAL PROVENIENTE DE ABERTURAS ZENITAIS [1]

CUTI, Auriele F. (1); CORREA, Celina M. B. (2)

(1) UFPel, e-mail: aurielefc@gmail.com; (2) UFPel, e-mail: celinab.sul@terra.com.br

RESUMO

Algumas edificações na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, apresentam iluminação zenital em átrios e observa-se a indiferença dos usuários quanto à iluminação natural recebida nestes espaços. O objetivo deste trabalho é analisar como os usuários percebem a diferença de intensidade luminosa e como identificam a claridade proveniente de aberturas zenitais. Buscou-se comparar a percepção da luz natural proveniente de claraboia em edifício de médio porte, com sete pavimentos, e edifício de pequeno porte, com dois pavimentos. Foram realizadas visitas exploratórias e observações técnicas que complementaram os dados obtidos através de questionário aplicado nas edificações em dias de céu claro e de céu encoberto. O questionário foi desenvolvido abordando o perfil do usuário, a relação do usuário com o ambiente e a percepção da luz natural pelo usuário. A organização e a análise dos dados foram realizadas através do programa Microsoft Excel e do método da nuvem de palavras. Este trabalho permitiu conhecer a percepção do usuário em relação à luz natural proveniente de claraboia relacionando-a com fatores como altura da superfície iluminante, proporção entre a área da claraboia e a área do piso, tempo de permanência do usuário no espaço e atividade desenvolvida no local.

Palavras-chave: Aberturas zenitais. Percepção do usuário. Avaliação pós-ocupação. Iluminação natural.

ABSTRACT

Some buildings in Santa Maria city, Rio Grande do Sul, present zenith lighting in atria and we observe the indifference of users in relation to natural lighting received in these spaces. The objective of this work is to analyze how the users perceive difference of luminous intensity and how they identify clarity coming from zenith openings. We seek to compare the perception of natural light coming from skylight in building of medium size, with seven floors, and building of small size, with two floors. It was performed exploratory visits and technical observations that complemented the data obtained through a questionnaire applied in buildings in cloudless sky days and overcast sky. The questionnaire was developed approaching the profile of the user, user relation with environment and perception of natural light by the user. The organization and analysis of data were performed through Microsoft Excel program and with method of words cloud. This work allowed knowing the perception of the user in relation to natural light coming from the skylight relating it to factors as height of illuminating surface, proportion between the skylight area and the floor area, length of stay of the user in space and activity developed in the place.

***Keywords**: Zenith opening. Perception of the user. Evaluation after-occupation. Natural lighting.*

[1] CUTI, Auriele F.; CORREA, Celina M. B. Percepção do usuário quanto à luz natural proveniente de aberturas zenitais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A iluminação zenital foi, e ainda é, muito utilizada ao longo da história da arquitetura em grandes espaços e átrios que atendem com predominância às funções de circulação, estar, lazer e cultura (GONÇALVES, VIANNA, MOURA, 2011, p. 187). A iluminação zenital permite uma iluminação mais uniforme quando comparada com a iluminação lateral e as claraboias possuem alto potencial para levar luz difusa para o interior dos compartimentos segundo Lamberts, Dutra e Pereira (2014, p. 159).

Algumas edificações na cidade de Santa Maria, Rio Grande do Sul, contam com iluminação zenital em átrios de edifícios com múltiplos pavimentos e observa-se a indiferença dos usuários quanto à iluminação natural recebida nestes espaços. Além disso, é possível observar que a luz natural chega com menor intensidade nos pavimentos inferiores. O objetivo deste trabalho é analisar a percepção dos usuários sob a influência luminosa de aberturas zenitais em edificações de mais de um pavimento e conhecer como a luz é percebida no térreo, devido à diferença de intensidade luminosa com que atinge as superfícies. Além disso, buscou-se comparar a percepção da presença da luz natural proveniente da abertura zenital em edifício de médio porte, com sete pavimentos, e edifício de pequeno porte, com dois pavimentos, em dias de céu claro e de céu encoberto. Este estudo foi realizado na disciplina de Iluminação Natural na Arquitetura do Mestrado acadêmico do Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas.

O trabalho, portanto, é uma avaliação pós-ocupacional a partir do ponto de vista dos usuários. Conforme Ornstein (1992, p. 22), a avaliação pós-ocupacional consiste em multi-análises com a finalidade de determinar a satisfação dos indivíduos em determinado ambiente e, no caso deste trabalho, sobre a presença da iluminação zenital. Ornstein (1992, p. 53) afirma ainda que a avaliação não deve ser vista como uma "técnica rígida", mas sim "como um procedimento metodológico ou ainda um conjunto de métodos" para se chegar aos resultados, sendo que este trabalho caracteriza-se como uma avaliação comportamental, "pois lida com o ponto de vista de várias categorias" (ORNSTEIN, 1992, p. 60).

2 METODOLOGIA

Na escolha dos objetos de estudo, foram identificadas edificações que apresentavam características pertinentes à proposta na cidade de Santa Maria. Após o reconhecimento dessas edificações, foram selecionadas aquelas que os responsáveis autorizaram a realização do trabalho, sendo elas a biblioteca municipal e o prédio 16 do Conjunto III do Centro Universitário Franciscano.

Após definidas as edificações que fariam parte do estudo, foi utilizado o diagrama morfológico para caracterizá-las. Conforme Amorim (2007), o diagrama morfológico é um modelo de análise de projetos para leitura da edificação que auxilia na identificação de aspectos importantes da mesma,

bem como sensibiliza quem está analisando a edificação para a percepção das consequências das escolhas projetuais. Neste trabalho, o diagrama morfológico foi fundamental para a apreensão das características das edificações estudadas.

Foram realizadas visitas exploratórias, com o intuito de formular observações técnicas que complementassem os dados obtidos. Nessas visitas, observou-se que os dois edifícios são ligados ao ensino, sendo a biblioteca municipal de acesso público e o prédio 16 de acesso restrito a pessoas ligadas à instituição. Observou-se que o público que frequenta a biblioteca municipal é bem variado; já na outra edificação é majoritariamente composto de estudantes universitários.

Para a coleta de dados foi utilizado um questionário. Conforme Voordt e Wegen (2013, p. 204), os questionários são muito adequados quando se tem um grupo de pessoas variado na avaliação, além de que facilitam a posterior organização de dados e a análise estatística. Segundo Ornstein (1992, p. 111), um questionário tem a finalidade de verificar como os usuários do ambiente construído o percebem, o utilizam, como a ele se referem, qual seu ponto de vista em relação a ele.

Foi elaborado o questionário para ser aplicado aos usuários dos pavimentos térreos das edificações analisadas. Este questionário foi desenvolvido abordando o perfil do usuário, a relação do usuário com o ambiente e a percepção da luz natural pelo usuário. Seguindo orientação de Voordt e Wegen (2013, p. 205), evitou-se perguntas que sugerissem ou induzissem as respostas. Dentro dessa premissa, as perguntas foram realizadas tomando primeiramente um aspecto global da edificação, como qual o problema ou a qualidade do local, e a seguir dando enfoque à iluminação, fazendo com que o usuário caso ainda não houvesse percebido a questão que passasse a percebê-la.

A aplicação dos questionários ocorreu em dias de céu claro e em dias de céu encoberto, com parte das respostas obtidas no turno da manhã e parte no turno da tarde. Os horários de aplicação foram condicionados ao funcionamento dos locais. O prédio 16 permanece aberto em todo o período diurno, já a biblioteca municipal abre às 8 horas e fecha às 16 horas.

Para a condição de céu encoberto, as entrevistas foram realizadas nos dias 3 e 4 de novembro de 2015, respectivamente na biblioteca municipal e no prédio 16. Para a condição de céu claro, as entrevistas foram realizadas no dia 10 de novembro de 2015 no prédio 16 e dias 11 e 18 de novembro de 2015 na biblioteca municipal. Na figura 1, apresenta-se o questionário aplicado nos locais de estudo.

Figura 1 – Questionário utilizado no estudo

Questionário	Local: _____	Nº___

Condição do céu	( ) Céu claro ( ) Céu encoberto
Turno de aplicação	( ) Manhã ( ) Tarde Horário: _____

Perfil do usuário	Faixa etária	( ) Crianças (0 - 12 anos) ( ) Adultos (18 - 65 anos) ( ) Adolescentes (13 - 17 anos) ( ) Idosos (> 65 anos)
	Gênero	( ) Feminino ( ) Masculino
	Profissão	
	Escolaridade	( ) Ensino Fundamental ( ) Ensino Médio ( ) Ensino Superior Qual? _____

Usuário no espaço	Com que frequência você vem a este espaço?	( ) Todos os dias ( ) 1-3 vezes por semana ( ) 1-3 vezes por mês ( ) mais de 3 vezes ao mês ( ) 1 vez ao ano ( ) Outros _____
	O que você faz neste espaço?	
	Quanto tempo você fica neste espaço?	( ) Menos 10min ( ) 10 - 30min ( ) 31min - 1h ( ) 1 -2h ( ) 2 -3h ( ) Mais de 3h
	Defina esse espaço em três palavras.	
	Cite uma qualidade do espaço	
	Cite um problema do espaço	

Usuário e iluminação natural	Para a tarefa que você realiza, a iluminação é suficiente?	( ) Sim ( ) Não
	Defina a iluminação desse espaço em três palavras.	
	Distribuição da luz	( ) Satisfatória ( ) Parcialmente Satisfatória ( ) Insatisfatória
	Quanto à luz natural no espaço, que sensação ela provoca?	
	Quanto à luz artificial do espaço, que sensação ela provoca?	

Fonte: Autores

A biblioteca municipal apresenta um fluxo pequeno de pessoas, e em virtude disso aplicou-se 30 questionários no dia de céu encoberto e 24 questionários no dia de céu claro. Já no prédio 16, foram aplicados 30 questionários por turno, somando 60 questionários em dia de céu encoberto

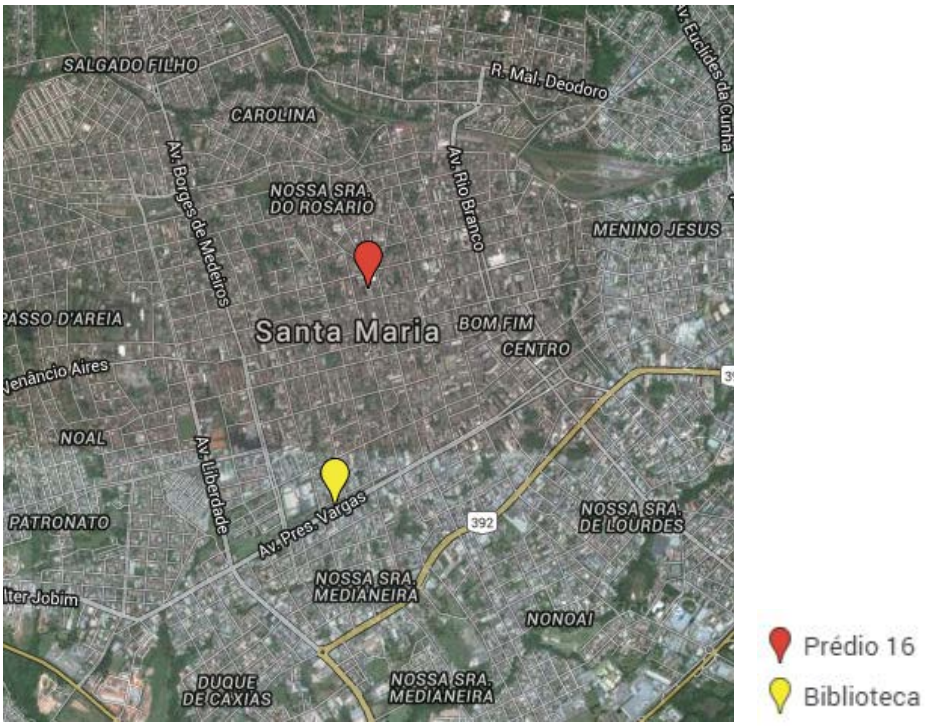
e 60 questionários em dia de céu claro, totalizando um público total de 174 entrevistados na pesquisa.

A organização e análise dos dados obtidos foram realizadas através do programa *Microsoft Excel 2010*. Utilizou-se também, para as perguntas abertas do questionário, o método da nuvem de palavras, onde se destacam as palavras mais recorrentes ditas pelos entrevistados. As nuvens de palavras foram geradas a partir da página *Tagcrowd*(2015).

2.1 Caracterização das edificações

As duas edificações estudadas situam-se na região central da cidade de Santa Maria. O prédio 16 situa-se no Bairro Bonfim, já a biblioteca está localizada no Bairro Medianeira. Na figura 2, tem-se a localização aproximada das edificações na região central da cidade.

Figura 2 – Localização das edificações na região central da cidade



Fonte: Adap. Google Maps, 2015

A biblioteca municipal está localizada na Avenida Presidente Vargas, no Largo da Locomotiva, espaço que abriga o arquivo histórico municipal e apresenta nas imediações o Museu de Arte de Santa Maria e o Centro Desportivo Municipal. Na figura 3 apresenta-se a localização da biblioteca no Largo da Locomotiva e nas figuras 4 e 5 a edificação da biblioteca em fotografias obtidas nos dias em que foram realizadas as aplicações de questionários.

Figura 3 – Localização da biblioteca no Largo da Locomotiva.



Fonte: Adap. Google Maps, 2015

Figura 4 – Biblioteca vista a partir do Largo da Locomotiva em dia de céu encoberto



Fonte: Autores, 2015

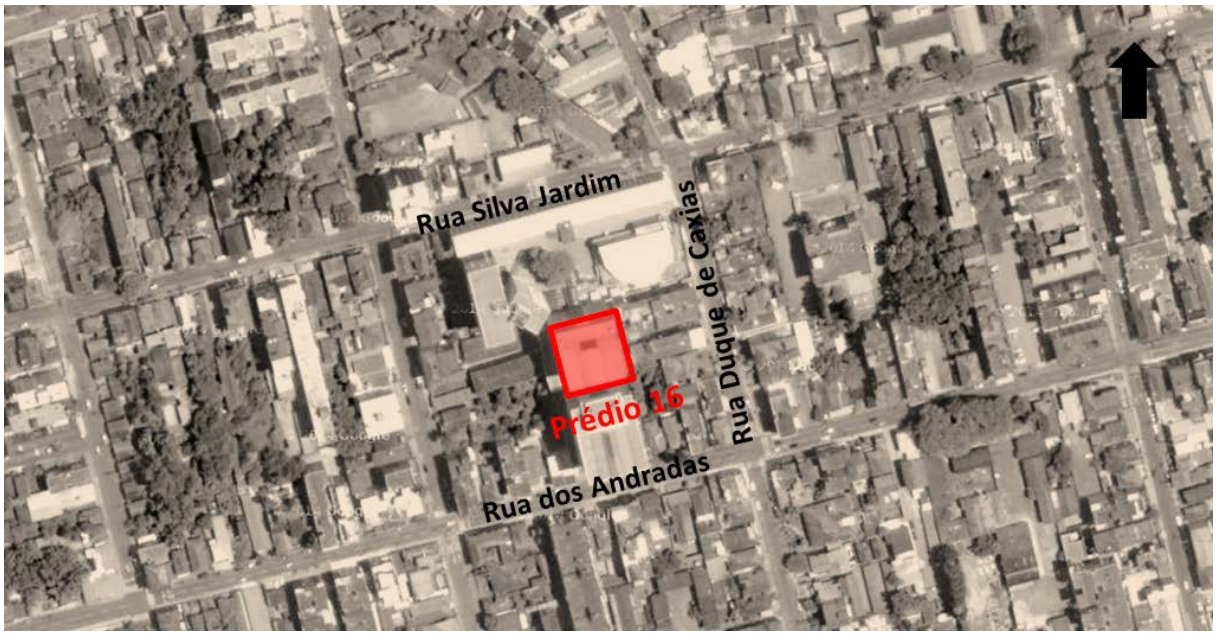
Figura 5 – Biblioteca vista a partir do Largo da Locomotiva em dia de céu claro



Fonte: Autores, 2015

O prédio 16 está localizado em um miolo de quadra, com acesso principal pela Rua Silva Jardim e acessos secundários por outras vias, conforme a figura 6. A edificação faz parte do Conjunto III, com cinco prédios, do Centro Universitário Franciscano. A figura 7 apresenta o prédio 16 e a figura 8 uma imagem do átrio central com a claraboia.

Figura 6 – Localização do prédio 16 no miolo de quadra



Fonte: Adap. Google Maps, 2015

Figura 7 – Prédio 16



Fonte: Autores, 2016

Figura 8 – Átrio do prédio 16

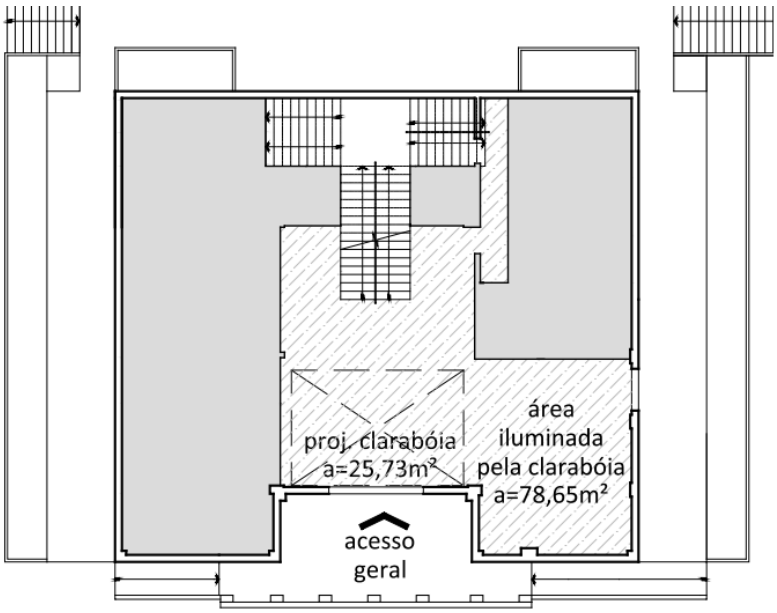


Fonte: ARQCONJUNTA, 2015

O prédio 16 apresenta sete pavimentos, já a biblioteca municipal apenas dois. Em ambas as edificações, o espaço imediatamente sob a claraboia configura-se apenas como área de passagem, sendo que seu entorno imediato possui a interferência dessa claridade nas atividades de leitura, na biblioteca, ou alimentação, no prédio 16.

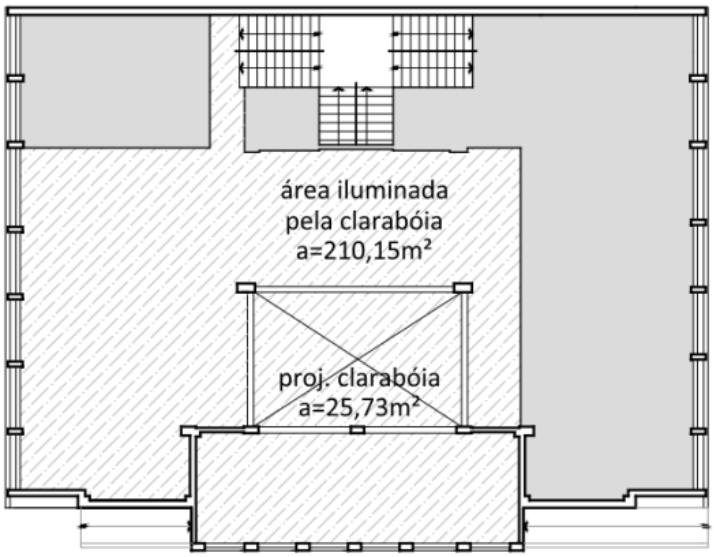
No pavimento térreo do prédio 16, apenas 12,80% da área do piso corresponde a área da claraboia, enquanto que na biblioteca esse percentual no térreo é de 32,70%. A seguir, são apresentadas as configurações esquemáticas do pavimento térreo e segundo pavimento da biblioteca (figuras 9 e 10) e pavimento térreo e pavimento tipo do prédio 16 (figuras 11 e 12), mostrando a relação entre a projeção da claraboia e a área iluminada pela mesma.

Figura 9 – Pavimento térreo da biblioteca



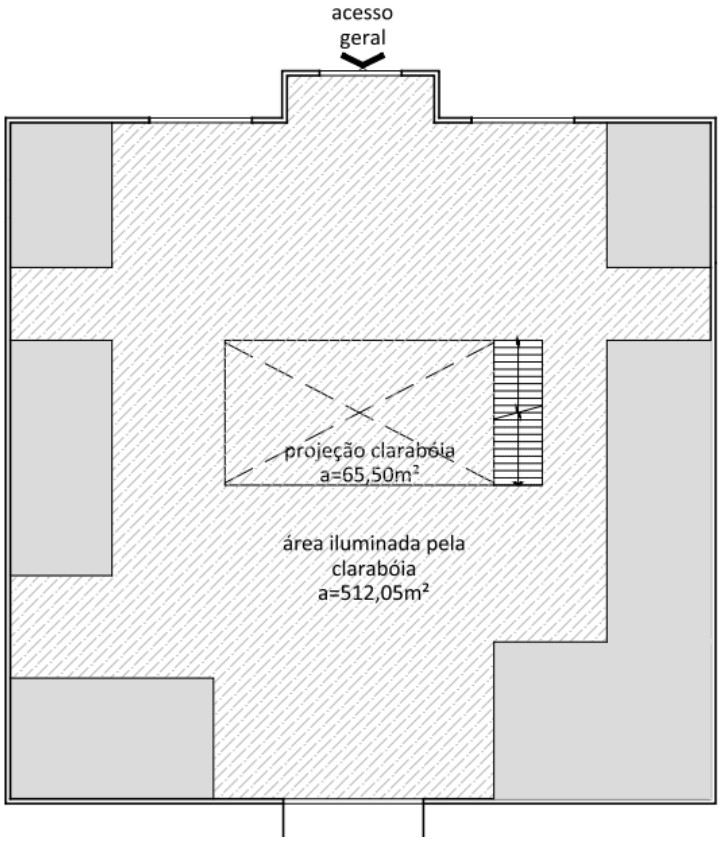
Fonte: Adaptado do Arquivo do Instituto de Planejamento de Santa Maria. Sem escala.

Figura 10 – Pavimento superior da biblioteca



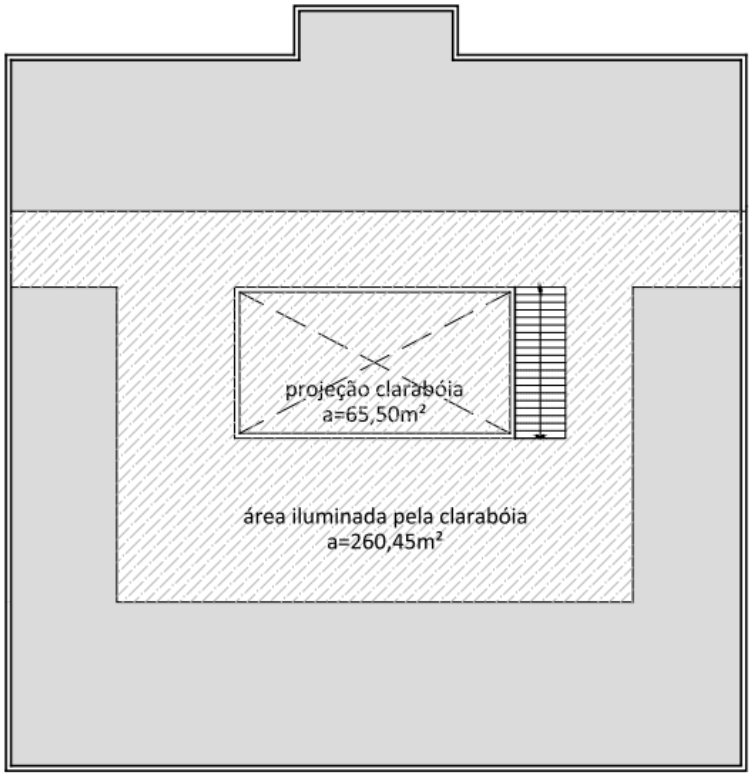
Fonte: Adaptado do Arquivo do Instituto de Planejamento de Santa Maria. Sem escala.

Figura 11 – Pavimento térreo do prédio 16.



Fonte: Adaptado do Arquivo da Secretaria de Obras de Santa Maria. Sem escala.

Figura 12 – Pavimento tipo do prédio 16



Fonte: Adaptado do Arquivo da Secretaria de Obras de Santa Maria. Sem escala.

Na tabela 1 apresenta-se a caracterização das edificações baseada no diagrama morfológico sugerido por Amorim (2007). Essa caracterização auxiliou na leitura e apreensão do espaço.

Tabela 1 – Caracterização das edificações estudadas

Caracterização das edificações de acordo com o diagrama morfológico (Amorim, 2007).			
Nível	Parâmetro	Prédio 16	Biblioteca
I - Espaço Urbano	Desenho urbano	A2 (grandes quarteirões)	A2 (grandes quarteirões)
	Refletância das fachadas	B2 (média)	B2 (média)
	Especularidade das fachadas	C3 (baixa)	C3 (baixa)
	Ângulo máximo de incidência do sol na fachada do edifício	D2 (ângulo de 30° a 60°)	D4 (ângulo de 90°)
II - Edifício	Forma e planta baixa	E1 (edifícios com planta profunda)	E1 (edifícios com planta profunda)
	Taxa de aberturas	F2 (entre 25% e 50% de aberturas)	F1 (até 25% de aberturas)
	Distribuição de aberturas	G2 (fachadas não uniformes com relação à orientação solar)	G2 (fachadas não uniformes com relação à orientação solar)
	Proteções solares nas fachadas	Não se aplica	H1 (pórticos e varandas)
	Aberturas zenitais	I1 (claraboia)	I1 (claraboia)
	Mecanismos de ventilação natural	J1 (cruzada)	J4 (abertura única)
III - Ambiente	Planta baixa	L2 (bilateral)	L2 (bilateral)
	Posição do coletor de luz	M2 (centro do plano zenital)	M6 (outros)
	Área do coletor de luz	N4 (abertura zenital de até 15%)	N5 (abertura zenital de 15% a 30%)
	Forma do coletor de luz	O5 (abertura zenital horizontal)	O5 (abertura zenital horizontal)
	Controle da entrada de luz	P6 (cortina)	Não se aplica
	Controle da ventilação natural	J2 (janela máximo ar ou basculante)	J2 (janela máximo ar ou basculante)
	Controle e integração da iluminação artificial	R1 (on/off manual)	R1 (on/off manual)

Fonte: Autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com relação ao perfil dos usuários, a maior parte dos entrevistados eram estudantes, adultos e frequentavam os locais com periodicidade. Notou-se que as pessoas que trabalham nos ambientes forneciam respostas relacionadas a todo o período do ano, como "hoje está bom, mas no verão fica muito quente". Quanto menor o tempo de permanência das pessoas nos locais, menos insatisfeitas elas se apresentavam. Em alguns casos, inicialmente o entrevistado considerava o ambiente sem problemas e posteriormente apontava falhas, o que indica a falta de percepção sobre o espaço que utiliza.

Referente à relação entre usuário e espaço, foram geradas nuvens de palavras para identificar como os usuários definiam o espaço, a principal qualidade e o principal problema. O ambiente do prédio 16 foi caracterizado como amplo, barulhento, escuro, agradável e arejado pelos usuários, sendo que a amplitude foi vista como a principal qualidade e o barulho como principal problema. A grande maioria dos entrevistados fica entre 10 e 30 minutos no local, e vem até ali diariamente, principalmente motivado pela cantina.

Observou-se que a luz natural proveniente da abertura zenital no prédio 16 é insignificante para um número expressivo dos usuários, que, perguntados sobre a luz natural, olharam imediatamente para as aberturas laterais localizadas distante do espaço sob a claraboia e alegaram ser insuficientes. No átrio deste prédio localiza-se uma escadaria que abrange os sete pavimentos de cor marrom escuro, além dos guarda-corpos metálicos, também em cor escura, que podem ser um fator para dificultar que a luz natural atinja os pavimentos inferiores de maneira significativa.

Na condição de céu encoberto, no prédio 16, 56,7% dos entrevistados responderam que a iluminação era suficiente no espaço da claraboia, considerando a atividade que estavam realizando. Alguns frisaram que a iluminação era suficiente no momento, mas que se precisassem desempenhar alguma tarefa diferente, seria insuficiente. A distribuição de luz foi considerada satisfatória para 35% dos entrevistados, parcialmente satisfatória para 50% dos entrevistados e insatisfatória para 15% dos entrevistados. Vale ressaltar que muito dos entrevistados, nestas condições de céu encoberto, ratificaram o acendimento parcial das lâmpadas, o que criava áreas sombreadas no átrio.

Para a condição de céu claro, no prédio 16, as respostas para as questões de iluminação não variaram significativamente em relação ao céu encoberto. A iluminação foi considerada satisfatória por 56,7% dos entrevistados e a distribuição de luz foi considerada satisfatória por 36,7% das pessoas. Os pontos que mais variavam foram relacionados ao conforto térmico, palavras como "calor", "abafado" e "quente", que ainda não haviam sido citadas, apareceram no dia de céu claro.

Foram geradas nuvens de palavras para três questões do questionário – 1) defina a iluminação desse espaço em três palavras; 2) quanto à luz natural

no espaço, que sensação ela provoca; 3) quanto à luz artificial no espaço, que sensação ela provoca?. As nuvens de palavras geradas apresentam dificuldade de leitura dos termos ditos de maneira menos frequente, e estão presentes nas tabelas 2 e 3 a seguir. Na tabela 2 tem-se uma compilação das respostas dos usuários nas duas condições de céu para o prédio 16. As figuras 13 e 14 mostram o espaço onde ocorreu a aplicação dos questionários.

Tabela 2 – Tabela comparativa de respostas para o prédio 16

Questão	Céu encoberto	Céu claro
	Figura 13 - Espaço sob a claraboia do prédio 16 na condição de céu encoberto.  Fonte: Autores, 2015	Figura 14 - Espaço sob a claraboia do prédio 16 na condição de céu claro.  Fonte: Autores, 2015
1) Defina a iluminação desse espaço em três palavras.		
2) Quanto à luz natural no espaço, que sensação ela provoca?		

3) Quanto à luz artificial no espaço, que sensação ela provoca?		

Fonte: Autores

Observa-se que no dia de céu encoberto, a palavra que se sobressai para a iluminação geral é "boa", mas aparecem frequentemente palavras como "insuficiente", "escuro", "fraca" e "pouca". Para o dia de céu claro, a palavra "boa" se sobressai, seguida de "fraca" e "suficiente". A luz natural é considerada "pouca" no dia de céu encoberto e "boa" no dia de céu claro. Já a luz artificial é considerada predominantemente boa em ambas às situações, apesar de problemas como acendimento parcial, áreas sombrias e ofuscamento.

O espaço da biblioteca municipal foi caracterizado pelos usuários como claro, amplo, agradável e acolhedor, sendo que a amplitude também foi considerada a principal qualidade e o barulho também foi considerado o principal problema. Podemos notar que o prédio 16, com maior altura, é considerado "escuro", mas amplo e barulhento, já a biblioteca, com menor altura, é considerada "clara", mas também ampla e barulhenta. Podemos associar as características de amplitude e barulho à existência do átrio e a condição de claro e escuro à altura em que a superfície iluminante está disposta. Diferentemente do prédio 16, onde o tempo de permanência no espaço fica em torno de 10 a 30 minutos, na biblioteca os entrevistados permanecem cerca de três horas e vão até lá diariamente.

Na biblioteca municipal, para a condição de céu encoberto, 93,3% das pessoas consideraram a iluminação suficiente. Foi observado que a iluminação artificial estava completamente em funcionamento no momento das entrevistas. Quanto à distribuição de luz, 72,4% das pessoas consideraram satisfatória. Esse índice alto pode estar relacionado com a maior área de claraboia em relação à área iluminada por ela, como já anteriormente observado.

Na biblioteca, para a condição de céu claro, 77,3% dos entrevistados consideraram a iluminação suficiente, 13,6% insuficiente e 9,1% suficiente às vezes. Quando à distribuição de luz, 54,5% a consideraram satisfatória, 31,8% parcialmente satisfatória e 13,6% insatisfatória.

Para a biblioteca também foram geradas nuvens de palavras para as mesmas questões do questionário – 1) defina a iluminação desse espaço em três palavras; 2) quanto à luz natural no espaço, que sensação ela provoca?; 3) quanto à luz artificial no espaço, que sensação ela provoca?. A tabela 3 traz uma compilação das respostas destas questões. As figuras 15 e 16

ilustram o ambiente analisado nas duas condições de céu.

Tabela 3 – Tabela comparativa de respostas para a biblioteca

Questão	Céu encoberto	Céu claro
	Figura 15 - Espaço sob a claraboia na biblioteca municipal, na condição de céu encoberto.  Fonte: Autores, 2015	Figura 26 - Espaço sob a claraboia na biblioteca municipal, na condição de céu claro.  Fonte: Autores, 2015
1) Defina a iluminação desse espaço em três palavras.		
2) Quanto à luz natural no espaço, que sensação ela provoca?		
3) Quanto à luz artificial no espaço, que sensação ela provoca?		

Fonte: Autores

Na condição de céu encoberto, observa-se que as palavras mais frequentes são "boa", "clara", "suficiente" e "adequada" na caracterização da iluminação geral. Já na condição de céu claro, para iluminação geral

sobressaem-se as palavras "natural", "concentrada", "suficiente" e "clara". Na figura 16 observa-se a incidência direta da luz solar no piso, o que ratifica o aparecimento frequente da palavra concentrada para caracterizar a iluminação geral. A luz natural foi caracterizada predominantemente como "boa" na condição de céu encoberto. Já para a condição de céu claro, as palavras que mais apareceram foram "liberdade", "bem estar", "claraboia" e "satisfação". Quanto à luz artificial, para a condição de céu encoberto, os usuários da biblioteca utilizaram palavras como "boa", "complementa" e "indiferente". Já na condição de céu claro, a palavra que mais se destacou foi "desnecessária", seguida de "indiferente" e "nenhuma".

4 CONCLUSÕES

Este trabalho permitiu analisar a percepção do usuário em relação à luz natural proveniente de claraboia relacionando com fatores como a altura da superfície iluminante, a proporção entre a área da claraboia e a área do piso, o tempo de permanência do usuário no espaço e a atividade desenvolvida no local.

Na biblioteca municipal a iluminação foi considerada de maneira mais positiva em todas as condições de céu quando comparada com as respostas recebidas no prédio 16. Isso ratifica que a altura da superfície iluminante menor no caso da biblioteca e a área da mesma com maior proporção de área em relação à área de piso fornece uma iluminação de maior qualidade do ponto de vista do usuário. Observou-se que a iluminação artificial é desnecessária na maior parte do tempo na biblioteca, em qualquer condição de céu, mas que os funcionários acionam as lâmpadas costumeiramente, visto que alguns usuários consideraram a luz artificial desnecessária. A maior percepção da luz natural na biblioteca tem relação também com o maior tempo de permanência do usuário, que acaba apreendendo as características físicas do espaço com maior naturalidade. A atividade predominantemente realizada na biblioteca é a leitura e isso auxilia o usuário a perceber a presença da luz no espaço.

No prédio 16 a iluminação artificial exerce um papel de complemento, e não se mostra mais necessária porque as pessoas permanecem pouco tempo no local, lanchando ou conversando. A maior ausência da percepção da luz natural nesse prédio ocorreu no dia de céu encoberto, mas também esteve presente no dia de céu claro. A superfície iluminante no prédio 16 está localizada no sétimo pavimento e também apresenta uma proporção menor em relação à área de piso. Esses fatores contribuem para a ausência da percepção da luz natural. Essa falta de percepção pode estar relacionada também ao pouco tempo de permanência no espaço e por ele se configurar como área de passagem predominantemente, além de espaços para refeições, atividade que não exige uma iluminação tão eficiente quanto à leitura.

A diferença de altura da superfície iluminante foi considerada o fator de maior influência na percepção da luminosidade pelos usuários. Acredita-se

também que o tempo de permanência do usuário é um ponto decisivo no que se refere à apreensão da iluminação dos locais, sendo que as duas edificações apresentavam nesses dois quesitos suas maiores diferenças. A análise das respostas obtidas nos questionários ratificou hipóteses previamente levantadas e trouxe novos aspectos que não faziam parte do tema central do estudo, como o desconforto pelo ruído ou pelo abafamento.

REFERÊNCIAS

AMORIM, C. N. Diagrama Morfológico Parte I: instrumento de análise de projeto ambiental com uso de luz natural. **Paranoá - Cadernos de Arquitetura e Urbanismo**. Brasília: UnB, p. 58-77, 2007.

ARQCONJUNTA. **Institucional**. Santa Maria, 2015. Disponível em: http://www.arqconjunta.com.br/institucional.html. Acesso nov. 2015.

GONÇALVES, J. C. S.; VIANNA, N. S.; MOURA, N. C. S. **Iluminação Natural e Artificia**l. Guia técnico, 1ª edição. PROCEL EDIFICA, 2011.

GOOGLE MAPS. **[Santa Maria]**. [2015]. Disponível em: <https://www.google.com.br/maps/place/Santa+Maria+-+RS/@-29.776722,-54.104615,10z/data=!3m1!4b1!4m2!3m1!1s0x9503cb5d0da567bf:0xa44d9c1e7f7f7297?hl=pt-BRl>. Acesso nov. 2015.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3 ed. Rio de Janeiro: PROCEL, 2014.

ORNSTEIN, S. **Avaliação Pós-Ocupacional do Ambiente Construído**. Colaboração de Marcelo Roméro. São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.

TAGCROWD. **Tagcrowd:** make your own tag cloud from any text. Disponível em:< http://tagcrowd.com/>. Acesso nov. 2015.

VOORDT, T. J. M. van der; WEGEN, H. B. R. van. **Arquitetura sob o olhar do usuário:** programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações. Tradução de Maria Beatriz de Medina. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O VIDRO E SUAS RELAÇÕES CROMÁTICAS NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA NA CIDADE DE SÃO PAULO[1]

CESAR, João Carlos de Oliveira (1)

(1) FAUUSP, e-mail: jcocesar@usp.br

RESUMO

Este trabalho, parte de pesquisa desenvolvida na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, sobre a cor no projeto arquitetônico e sua inserção no espaço urbano, apresenta os resultados de um comparativo realizado em três áreas da cidade de São Paulo, representativas de momentos históricos diferentes, com arquiteturas características, tendo o vidro utilizado na vedação dos edifícios, como elemento de estudo e as consequentes alterações na percepção das volumetrias, dos espaços e de seus referenciais urbanos.

Palavras-chave: Cor. Arquitetura contemporânea. Fachadas de vidro.

ABSTRACT

This paper, part of a research developed at the University of São Paulo about colour in architectural design and its place in the urban space, presents the results of a comparison carried out in three areas of the city of São Paulo, representing different historical moments, with features architectures, and the glass used in the facades of buildings, as study element and the resulting changes in the perception of volumetric, spaces and their urban reference.
***Keywords**: Colour. Contemporary Architecture. Glass facades.*

1 INTRODUÇÃO

Esse artigo tem por objetivo apresentar resultados parciais de pesquisa em andamento sobre a cor na arquitetura e na cidade, com foco nas possibilidades cromáticas dos materiais, suas relações nos processos perceptivos do edifício e nas relações com o espaço urbano. Essa etapa do estudo esta focada no vidro enquanto elemento predominante na fachada de edifícios de médio e grande porte, nos seus aspectos reflexivos, gerando variações cromáticas constantes em função da alteração de luminosidade, das dinâmicas atmosféricas e da cidade.

Através de estudos comparativos de três áreas representativas da cidade, em que o vidro enquanto elemento de fachada, ocupa em cada uma delas uma importância diferente, visou-se obter relações, particularmente no que tange aos aspectos cromáticos, das edificações, com o entorno e como referenciais urbanos. O objetivo foi verificar como essa situação impactou

[1] CESAR, João Carlos de Oliveira O VIDRO E SUAS RELAÇÕES CROMÁTICAS NA ARQUITETURA CONTEMPORÂNEA NA CIDADE DE SÃO PAULO para o ENTAC 2016. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO 16, 2016, São Paulo. **Anais**. Porto Alegre, ANTAC, 2016.

nas regiões com predomínio de uma arquitetura contemporânea, predominantemente revestida por vidro.

Através de registros fotográficos nos locais previamente definidos, assim como imagens obtidas na Internet, numa primera etapa aqui apresentada, foram feitas análises por processo comparativo, baseado nos conceitos descritos nesse texto. O que se pretende, numa etapa posterior, é verificar as características técnicas, no que tange ao comportamento em relação às cores, de cada tipo de vidro utilizado nas edificações e como especificá-los em projetos, de forma a se ter maior controle sobre o resultado final.

As áreas de estudos foram definidas em função da sua importância histórica para a cidade e por abrigarem edifícios de destacada importância. A primeira área a ser estudada foi o centro histórico da cidade, mais precisamente a região onde se localizam alguns edifícios que foram referências da cidade, datados da primeira e início da segunda metade do século passado. A segunda área foi a região da Avenida Paulista que com o tempo passou a ser uma nova referência urbana. Nessa região optou-se por estudar o processo de transformação da arquitetura, seja nas novas edificações, seja nos processos de retrofit, próximas ou substituindo antigas construções, ou seja uma área de transição entre as outras. Já a terceira área, foi a região da Marginal Pinheiros, de ocupação mais recentes, por abrigar construções mais novas e com caracteríticas predominantes objeto desse estudo.

Os estudos da cor na arquitetura e consequentemente a sua relação com o espaço urbano, guardam uma relação direta com a luz incidente, em diferentes épocas do ano, nas variações da luz solar durante o dia, nas alterações atmosféricas e na forma como essas variáveis interagem com o edifício e seus materiais de revestimento.

Em se tratando de materiais com características opacas como argamassa, placas de alumínio resinado, cerâmica, granito, etc. pode-se dizer que há uma cor inerente ao material, considerando as suas características superficiais como textura e brilho. Essa condição permite desenvolver estudos de percepção do edifício, da sua volumetria e da sua integração cromática com o entorno, uma vez que os parâmetros envolvidos apresentam variações similares em função das alterações de luminosidades. Materiais opacos permitem um maior controle e maior previsibilidade das relações cromáticas das construções no tempo, no desenvolvimento do projeto.

Em compensação o vidro, pelas suas características de reflexão, translucido, ou transparente, permite, dependendo como for utilizado, gerar dinâmicas cromáticas no edifício alterando a sua percepção, com características miméticas, muitas vezes tornando-se um camaleão, que se altera em função das variações do entorno, da luz e do céu. Diferentemente dos materiais opacos, que tendem a se desgastar com o tempo, o vidro, quando bem mantido, tende a preservar as suas características por um longo período de tempo.

2 COR, ARQUITETURA E CIDADE

Entender as relações cromáticas de uma cidade é passo fundamental para poder intervir, seja na elaboração e na inserção de projetos arquitetônicos, seja no processo de compreensão do espaço urbano e na forma com que a população se relaciona com ele.

As cores fazem parte do processo de percepção da arquitetura e da conformação urbana, refletindo não apenas os aspectos formais, mas também culturais, sociais e históricos do lugar e da população que abriga.

Além disso, a policromia urbana, como atributo significativo de edifícios históricos, contribui ainda mais para criar o 'senso de permanência' (sensação de estabilidade), ou seja, "uma necessidade humana de pertencer a algum lugar no tempo e no espaço" (NORBERG-SCHULTZ, 1980)

Citando Cugley e Green-Armytage:

> *Se o futuro do planeta como um todo, depende da biodiversidade, pode se argumentar que o futuro da saúde da humanidade depende da diversidade cultural. Uma palheta local distinta, a qual contribui para um forte senso de lugar pode levar a um correspondente forte senso de pertencimento dos membros da comunidade.* (CUGLEY & GREEN-ARMITAGE, 2000)

Com o tempo, a população desenvolve uma relação de identificação com as condições locais, particularmente com o que reconhece como representativo de determinadas áreas, expandindo, em muitos casos para toda a cidade. As cores caracterizam essa imagem primordial, em conjunto com outros elementos, como coloca Lynch:

"Estruturar e identificar o ambiente é uma capacidade vital entre todos os animais que se locomovem. Muitos tipos de indicadores são usados: as sensações visuais de cor, forma, movimento ou polarização da luz, além de outros sentidos como olfato, a audição, o tato, a cinestesia, o sentido da gravidade e, talvez, dos campos elétricos e magnéticos. " (LYNCH, 1988) .

Entender as áreas urbanas cromaticamente não significa apenas estudar as cores dos seus edifícios isoladamente, mas o conjunto, a forma como se relacionam e o contexto em que se inserem.

Segundo Minah, três são as funções das cores no contexto urbano: dinâmica, tectônica e imaginária. (MINAH, 2006)

Por dinâmica pode ser entendida basicamente a relação figura/ fundo, as relações entre as partes do edifício e ainda a relação do edifício e o entorno. Determina justaposições, hierarquias, separações, transições e assimilações. Dentro da dinâmica, insere-se a função mimética da cor na arquitetura, a integração do edifício com o seu entorno.

A relação tectônica da cor se dá na valorização e definição das formas e detalhes construtivos tendo o potencial de valorizar ou 'desconstruir" as formas tridimensionais.

Imaginária, por sua vez, está ligada, às experiências perceptuais da cor na

arquitetura, que transmitem materialidade, contextos culturais, físicos, simbólicos, reações emocionais, assim como se referência a objetivos conceituais e definições formais.

A percepção da espacialidade e volumetria pelo observador poderá variar também em função da sua movimentação ao redor da obra arquitetônica, dos ângulos de observação, da velocidade e do grau de atenção. Dessa forma é possível se obter diferentes combinações cromáticas, dependendo do visual considerado, valorizando ou amenizando certas relações volumétricas de forma diferenciada.

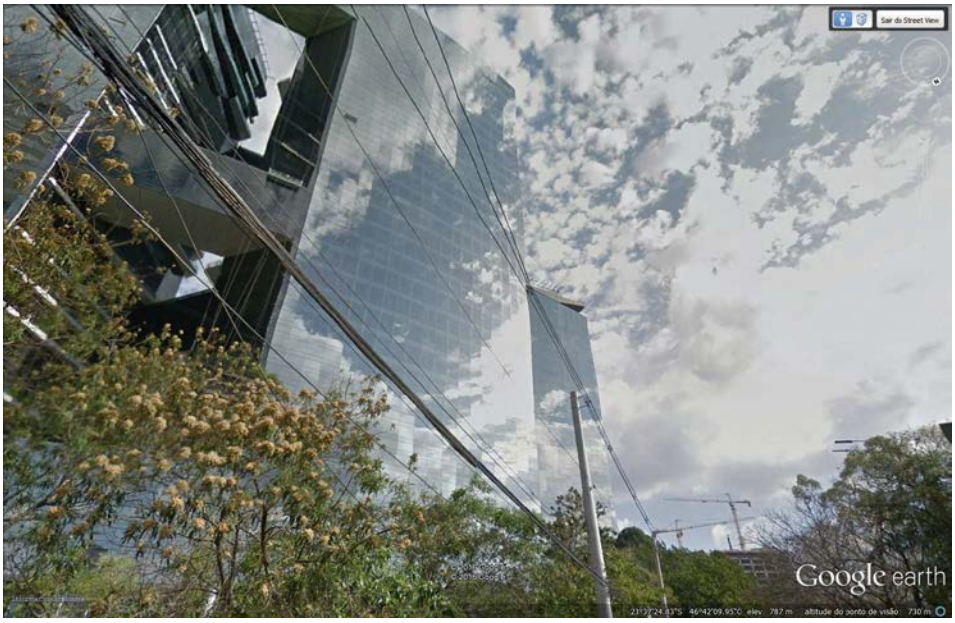
> "Fazer uma distinção entre cor e aparência da cor é essencial na exploração das qualidades cromáticas aplicadas para e no urbanismo e no espaço arquitetônico. Com efeito, não é a cor do material que nós vemos, mas a aparência da cor. Além do mais, a aparência do material varia de acordo com o tratamento da superfície e das condições de luz e sombra". (CLER, CLER, & SCHINDLER, 2007)

2.1 São Paulo: o vidro e a cromaticidade na arquitetura

São Paulo, é uma cidade que não permite a construção de edifícios muito altos, fazendo com que algumas regiões, de ocupação recente por edifícios comerciais, apresentem edifícios com uma volumetria similar e boa parte deles com as suas fachadas totalmente vedadas com vidro. Nesse sentido destaca-se o fato de que há quase que uma perda de uma identidade de cada prédio, mas há a de um grupo de prédios, que refletem uns aos outros assim como a mesma paisagem, a mesma atmosfera, o mesmo céu.

Em alguns casos, em que a luminosidade é mais intensa, torna-se difícil de perceber o contorno dos prédios, confundindo-se com o céu, principalmente quando ligeiramente encoberto. (imagem 1)

Imagem 1- Edifícios na Marginal Pinheiros em São Paulo



Fonte – aplicativo Google Earth 11/04/2016

Grandes edifícios deixam de ser em si uma referência urbana, como acontecia no passado. Mesmo em regiões de alta concentração de prédios erguidos nas décadas de 70 e 80, que num processo de retrofit pelos quais muitos passam, se misturam com novas construções e perdem a sua referência, como é o caso da Avenida Paulista em São Paulo.

Em alguns edifícios, os vidros apresentam uma cromaticidade esverdeada ou azulada, permitindo uma maior diferenciação, mas na grande maioria são acromáticos ou com um matiz azul que muitas vezes se confunde com o reflexo do céu.

Embora essas novas construções estejam sujeitas a uma legislação que as obriga a ter recuos tanto laterais quanto da própria rua, diferentemente do que ocorria na década de 50 e 60, por exemplo, época em que o chamado Centro Novo da cidade foi formado, a comparação é inevitável.

A área central de São Paulo foi, durante décadas, a região onde se concentrava o poder econômico e financeiro da cidade. Seus edifícios representavam, através do uso de materiais tipo o granito como revestimento, uma ideia de solidez e, até certo ponto, uma busca de se vencer o tempo, se eternizar. Os edifícios, na sua maioria, têm as fachadas revestidas com argamassa, as vezes parte em mármores ou granitos dividindo com o vidro o espaço cromático. Em função da proximidade e da altura dos edifícios nessa região, há pouca percepção do céu, gerando apenas reflexos das construções do entorno nas superfícies envidraçadas, além de gerar áreas com pouca luminosidade.

Como objeto de estudo, a Praça Antônio Prado representa essa situação sendo confrontada por edifícios como os dos antigos Bancos do Estado de São Paulo (Banespa), do Banco Cidade de São Paulo e o da Bolsa de

Valores. Na continuação, mais duas importantes obras: o Edifício Martinelli e o Edifício Banco do Brasil. Desses, dois representaram importantes marcos na cidade durante décadas: o Martinelli e o Banespa (Ed. Altino Arantes), imagens 2 e 3.

Imagens 2 e 3- Edifícios Altino Arantes e Martinelli em São Paulo





Fonte – imagens do autor (2015)

O Ed. Altino Arantes foi inaugurado em 27 de junho de 1947, enquanto que o Martinelli data de 1929. Sua fachada é revestida com pastilhas cerâmicas sendo granito o revestimento dos primeiros andares. As janelas, além de ocuparem espaço inferior à área de alvenaria, são, na sua maioria, recuadas, não faceadas, o que gera mais uma relação de luz e sombra, destacando elementos construtivos como frisos e outros detalhes da alvenaria. Tal situação, faz com que o vidro assuma um papel secundário, não gerando reflexos da luz solar e do entorno, valorizando ainda mais a volumetria da construção.

Uma das características das construções dessa época, era a utilização de materiais como granito, geralmente de tons com baixa luminosidade, na base dos prédios, o que contribui significativamente, em função da altura das construções e da largura das ruas, para a criação de um espaço escuro e com pouca diversidade cromática perceptível. Essa condição reforça o 'peso visual' das construções.

Essa característica fica evidenciada na base do edifício sede do Banco do Brasil, que é revestida com material escuro e rugoso.

Já o Edifício Martinelli, é revestido com uma argamassa, originalmente com coloração predominante avermelhada clara que, em função de exigir constante manutenção, apresenta-se normalmente sem a sua cor original, com aspecto sujo. Suas janelas, também são recuadas, em proporção

menor que área de alvenaria e cobertas com grades e ornamentos nos andares inferiores.

Diferentemente do que ocorre na avenida Paulista, em função do valor histórico das edificações, os processos de retrofit, na maioria dos casos, respeitam as características originais das edificações, não alterando a sua relação visual com o entorno.

O vidro passa a exercer um papel mais importante nas fachadas das edificações de grande porte, a partir do final dos anos cinquenta. As aberturas nas fachadas começam a apresentar vãos maiores, até o surgimento de edifícios como o Barão de Iguape em 1959 na Praça do Patriarca, cujo projeto é atribuído aos arquitetos Jacques Pilon e Giancarlo Gasperini e ao escritório americano SOM - Skidmore, Owings and Merrill[2]. Destaca-se também o Edifício Conde Prates, projeto de Giancarlo Palanti, inaugurado em 1955, junto ao Viaduto do Chá e o Edifício Mirante do Vale, projeto do início dos anos 60. Nesses edifícios o vidro já ocupa lugar de destaque nas fachadas, embora ainda convivendo com elementos de alvenaria. Em função da colocação em algumas janelas de filme reflexivo, sem qualquer padronização, surgem elementos destoantes na fachada que se diferenciam dos originais.

Assim como os anteriores, esses edifícios tornaram-se marcos referenciais da cidade, ocupando posição de destaque na paisagem.

No caso da avenida Paulista optou-se pelo estudo da antiga Mansão dos Matarazzo, seu entorno e do edifício que a sucedeu.

Durante décadas a Mansão Matarazzo na avenida Paulista em São Paulo foi uma referência. Não só pelo que representava historicamente, mas como um edifício que, embora apresentasse uma arquitetura polêmica no que tange à sua relevância, servia de referencial de localização e caracterização da própria história da cidade para população.

[2] Segundo o texto **'Edifício Barão de Iguape: preservação da arquitetura moderna no Centro Histórico de São Paulo'** de Cecilia Rodrigues dos Santos, publicado nos anais do ANPRAC - III Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, São Paulo 2014.

Imagem 4- Mansão Matarzzo, Av. Paulista, São Paulo



Fonte – foto Antonio Milena em http://vejasp.abril.com.br/materia/shopping-cidades-sao-paulo-inauguracao. 2016

Nesse sentido, a sua importância enquanto marco só aumentou durante anos, na medida em que os demais casarões que caracterizavam a avenida em outros tempos, deram lugar a edifícios de escritórios e ela se manteve por mais tempo.

Nos anos 90 é finalmente demolida para, em 2015, dar lugar um conjunto de edifícios, incluindo um Shopping Center, projeto do escritório Aflalo e Gasperini que, embora apresente uma arquitetura contemporânea, se mescla com os edifícios vizinhos, de forma discreta, com poucas possibilidades de se tornar uma referência urbana com a mesma força da construção que substituiu. A nova construção não herdou a função de marco referencial da sua antecessora, mesmo sendo volumetricamente muito maior.

Imagem 5- Edifício no local onde era a Mansão Matarzzo em São Paulo



Fonte – imagem do autor 2016

Uma das características da antiga construção era a sua constância cromática, em função dos materiais utilizados na sua construção, ou seja, pintura sob argamassa, com aberturas em menor área, enquanto que o novo edifício tem as suas fachadas revestidas com vidros que refletem as construções do entorno e do próprio céu, para os pedestres que por ali transitam. Essa característica dá às suas fachadas uma dinâmica cromática, conferindo a cada hora do dia, a cada mudança atmosférica, nos diferentes ângulos de observação, diferentes percepções do mesmo edifício. O mesmo ocorre com outros edifícios próximos, com as mesmas características arquitetônicas, mudam as suas composições cromáticas em função da luz e das construções do entorno, dificultando que o edifício crie uma identidade, particularmente uma identidade cromática.

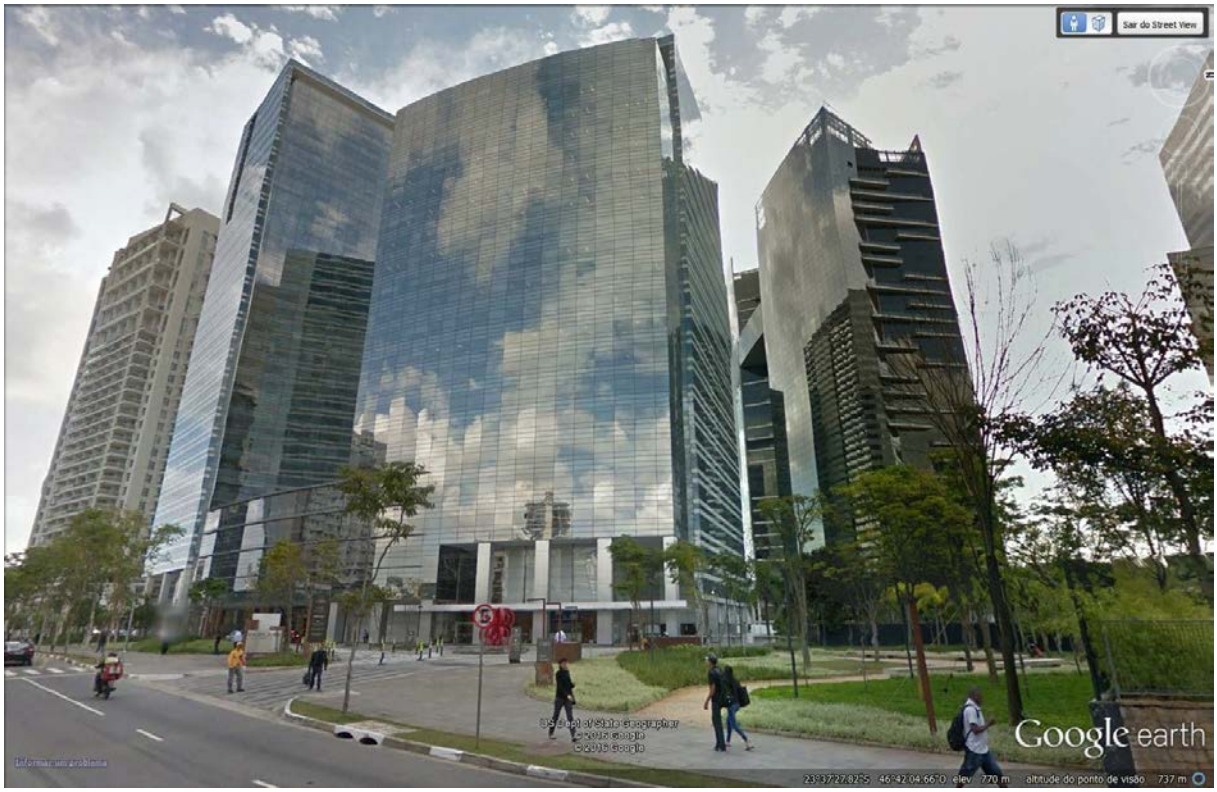
A relação figura fundo dada pela cromaticidade das construções e o entorno, a dinâmica, conforme caracterizado por Minah, está ligada diretamente ao tempo de permanência das cores. Seja nas alterações provocadas pela atmosfera, pela luz, seja pelo desgaste dos materiais. No caso, a Mansão permaneceu por mais de 50 anos, isolada, cercada por uma vegetação compacta, composta basicamente por um mono cromatismo, de alta luminosidade, enquanto que o entorno se alterava com

diferentes tipos de edificações, muitas revestidas com materiais cerâmicos, concreto e algumas com vidros.

Diferentemente da região central, alguns edifícios da região da Avenida Paulista passam por um processo de retrofit, principalmente alguns localizados próximos à Mansão Matarazzo, alterando substancialmente seu aspecto original, recebendo fachadas revestidas com vidro, na linha dos novos edifícios.

Mas é na região das avenidas Luiz Carlos Berrini, Chucri Zaidan (imagem 6) e Marginal do Rio Pinheiros que esta proposta de arquitetura com edifícios com suas fachadas revestidos quase que totalmente com vidros, irá predominar.

Imagem 6- Av. Chucri Zaidan (região da Berrini), São Paulo



Fonte – aplicativo Google Earth 12/04/2016

Tanto na região da avenida Paulista quanto na Berrini (Marginal Pinheiros), é possível ver, como no caso da imagem 1, edifícios que dependendo da luminosidade, das condições atmosféricas e do ângulo de visão, se confundem com o céu, sendo difícil perceber a sua volumetria. Alguns, formam blocos de edifícios que refletem uns aos outros, descaracterizando as unidades, as edificações isoladas, valorizando o conjunto.

Tais edifícios apresentam uma variação cromática de tal forma intensa que alguns não caracterizam uma identidade cromática própria, não se tornando pontos de referência urbana, mesmo apresentando grande volumetria.

A exceção se dá no caso de edifícios que mesmo tendo as suas fachadas revestidas com vidro, esses apresentam alguma cromaticidade, matizando os reflexos. Há caso em que grupos de edifícios, com alguns vidros matizados, criam um jogo de cores, interferindo uns nos outros, nem sempre previsto no projeto original.

Atualmente o vidro se apresenta como umas alternativas mais adotadas nas vedações das fachadas nos projetos de médio e grande porte. Embora ainda pouco adotado no Brasil, é possível a sua utilização com alta cromaticidade, associado ou não com outros materiais, como alumínio resinado, entre outros. Caracteristicamente, no Brasil, quando no caso do uso do vidro, há o predomínio do acromatismo ou quando muito o mono cromatismo, com a utilização de vidros ligeiramente matizados, mantendo, nesse sentido, os padrões do Movimento Moderno de Arquitetura do início do século XX.

Se por um lado as construções que caracterizam o Centro Velho da cidade, dão uma sensação de 'peso', criando ambientes pouco iluminados, por outro as novas áreas da cidade dão uma sensação menos opressiva. Com suas obras contemporâneas, auxiliadas por um a legislação urbanística que prevê maior espaço entre as edificações, muitas com fachadas revestidas integralmente com vidro, que permite ao pedestre através dos reflexos, vislumbrar o céu e perceber um processo dinâmico de variação cores e formas.

O grande desafio no desenvolvimento de projetos arquitetônicos, com fachadas com essas características é prever de que forma se dará a sua interação com o entorno e, consequentemente o processo perceptivo do edifício. Prever se a sua volumetria, se as suas cores serão 'alteradas' em função de outras construções e da variação da luminosidade sem comprometer o partido arquitetônico originalmente proposto.

Edifícios que 'emolduram' suas fachadas de vidro, através do uso de alvenaria ou outro material opaco, tendem a se isolar nesse processo, pelo menos parcialmente, e mais facilmente mantém uma identidade que os caracterizam.

A inserção do edifício na cidade também deve ser alvo de estudos, uma vez que em alguns casos vidros matizados, utilizados em construções de grande porte, tendem a dar uma cromaticidade ao entorno. Muitas vezes, essa luminosidade 'matizada', gera incomodo, como no caso de alguns edifícios construídos na Zona Oeste da cidade de São Paulo, ainda pouco ocupado por grandes construções.

5 CONCLUSÕES

O vidro quando usado em larga escala nas fachadas das edificações de maior porte, confere pelas suas características de reflexão da luz, uma percepção de uma construção mais integrada ao seu entorno, permitindo

uma maior claridade e uma dinâmica visual e cromática que se altera não apenas pela movimentação do observador, mas pela alteração da luminosidade durante o dia e nas diferentes épocas do ano. Por outro lado, essa característica torna mais difícil a identificação de referenciais urbanos, como ocorre em áreas ou construções cujas características visuais dos materiais sejam mais perenes e se mantenham por mais tempo, principalmente no que tange às cores.

Em outras situações, o vidro matizado gera, em função dos reflexos, uma cromaticidade nas áreas próximas à construção gerando por vezes desconforto ao "invadir" outras construções, ou ao "colorir" as ruas.

A pesquisa vem reforçar a importância de um maior domínio sobre as características dos materiais especificados no projeto arquitetônico, particularmente do vidro, visando a ter controle sobre o resultado final, particularmente no que tange a forma como será percebido e absorvido pela cidade. As construções estudadas evidenciaram que menor o predomínio do vidro nas fachadas, maior constância cromática, maior controle no resultado final, no que tange à percepção da edificação e maior probabilidade de se tornarem uma referência urbana. Ao passo que no caso de regiões com edificações que tem o vidro predominando nas suas fachadas, há uma maior valorização de um conjunto de edifícios e não da edificação isoladamente, o que por vezes pode não ser interessante, considerando-se as relações urbanas envolvidas.

REFERÊNCIAS

CLER, M., CLER, F., & SCHINDLER, V. M. **Colour as comunication device in urbanism and architecture**. *AIC 2007 Midterm Meeting* (p. 219 a222). Hangzhou: Zhejiang University & AIC. 2007

CUGLEY, J., & GREEN-ARMITAGE, P. **Palette of Place.** *Habitus 2000 a sense of a place.* Perth: Curtin University of Technology. 2000

MINAH, G. **Colour as Idea: the conceptual Basis for Using Colour in Architecture and Urban Design**. *Color Design & Creativity*, 2006 pp. 1- 9.

_____. **Camouflage, Mimicry and Display VS Color as the Soul of Form: Color Logic in 21st Century Architecture**. *AIC Interim Meeting 2008.* Estocolmo: AIC. 2008

NORBERG-SCHULTZ, C. ***Genius Loci: paesagio ambiente architecttura***. Nova York: Rizzoli. 1980

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

DESENHO UNIVERSAL COMO MEDIADOR DAS RELAÇÕES ENTRE TECNOLOGIAS ASSISTIVAS E AMBIENTES DOMÉSTICOS[1]

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles (1); MENDES, Rodrigo Bicalho (2) SOUZA, Sandro Ferreira (3); FONSECA, Talita da Conceição de Oliveira (4)

(1) UFV, e-mail: tmst83@hotmail.com; (2) UFV, e-mail: rodrigobicalhomendes@gmail.com; (3) UFV, e-mail: talitaufv@yahoo.com.br; (4) UFV, e-mail: sandroferreiras@gmail.com

RESUMO

O Desenho Universal dá diretrizes para proporcionar maior autonomia e qualidade de vida para pessoas com mobilidade reduzida e os ambientes domésticos merecem atenção especial para atender estas diretrizes. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a relação existente entre os ambientes domésticos e tecnologias assistivas para o uso por pessoas com mobilidade reduzida, de acordo com os princípios do Desenho Universal. A revisão de literatura permitiu categorizar as tecnologias assistivas e a pesquisa eletrônica permitiu mapear as tecnologias assistivas disponíveis no mercado com base na categoria Auxílios de Mobilidade. Na pesquisa, foram utilizados estudos de casos múltiplos e métodos baseados no Desenho Universal que permitiram analisar se as tecnologias assistivas estudadas satisfazem os princípios do Desenho Universal, além de apontar potenciais áreas para melhorias no desenvolvimento de novas tecnologias, analisar as dimensões dos ambientes domésticos, identificar barreiras e verificar a relação existente com as tecnologias assistivas. Resultados permitiram concluir que as tecnologias assistivas estudadas proporcionam pouca autonomia para as pessoas com mobilidade reduzida e que os ambientes domésticos em estudo não estão de acordo com as recomendações do Desenho Universal e da NBR 9050 por possuírem diversas barreiras dimensionais que dificultam essa interação no ambiente doméstico.

Palavras-chave: Tecnologias Assistivas. Desenho Universal. Ambientes Domésticos.

ABSTRACT

The Universal Design provides guidelines to provide greater autonomy and quality of life for people with reduced mobility, and home environments deserve special attention to meet these guidelines. This research aimed to analyze the relationship between the home environment and assistive technologies for use by persons with reduced mobility, in accordance with the principles of Universal Design. The literature review allowed to categorizing assistive technologies and electronic research allowed map assistive technologies available in the industry based on the category Mobility Aids. The research used multiple case studies and methods based on Universal Design that allowed to analyzing whether or not the studied assistive technologies satisfy the principles of Universal Design besides identifying potential areas for improvement in the development of new technologies, analyzing the dimensions of domestic environments, identifying barriers and verifying the relationship with assistive technologies. It was concluded that the studied assistive

[1] TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; MENDES, Rodrigo Bicalho; SOUZA, Sandro Ferreira; FONSECA, Talita da Conceição de Oliveira. Desenho Universal como Mediador das Relações entre Tecnologias Assistivas e Ambientes Domésticos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais ENTAC**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

technologies provide little autonomy for people with reduced and that the selected domestic environments are not in accordance with the recommendations of the Universal Design and the NBR 9050 due to having different dimensional barriers that hinder this interaction in the home environment.

***Keywords**: Assistive Technologies. Universal Design. Domestic Environments.*

1 INTRODUÇÃO

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), a expectativa de vida ao nascer, por sexo, para os brasileiros, projetadas para o período de 2000 a 2060, mostra que os homens e as mulheres terão expectativa de vida de 81,6 anos e 87,2 anos, respectivamente. Importa destacar que, com esse prolongamento da expectativa de vida, aumentarão as chances de ocorrerem problemas de saúde, os quais podem dificultar a inclusão e a forma de utilização dos ambientes domésticos pelas pessoas com mobilidade reduzida.

Segundo Cambiaghi (2012) 23,9% da população brasileira apresenta algum tipo de deficiência, seja ela motora, visual, auditiva, intelectual ou cognitiva, baseado em dados do Censo Demográfico de 2010, através de amostra realizada na cidade do Rio de Janeiro.

Em geral, as pessoas que têm a capacidade limitada de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo, são denominadas "pessoas com mobilidade reduzida" ou "pessoas com restrição de mobilidade" (ABNT, 2015). A forma de utilização dos ambientes domésticos por pessoas com mobilidade reduzida depende de suas próprias capacidades e também de como os ambientes e as tecnologias são projetados. Estes podem proporcionar melhor interação com o ambiente doméstico se forem projetados para atender às necessidades de usuários com diferentes incapacidades.

Esta pesquisa buscou analisar a relação existente entre os ambientes domésticos e tecnologias assistivas para o uso por pessoas com mobilidade reduzida, mediados pelos princípios do Desenho Universal.

Para o desenvolvimento da pesquisa foram utilizados estudos de casos múltiplos. Métodos baseados no Desenho Universal permitiram analisar as tecnologias assistivas verificando se as mesmas atendem os princípios do Desenho Universal. Além disso, foi possível apontar recomendações para melhorias no desenvolvimento de novas tecnologias, analisar as dimensões dos ambientes domésticos, identificar barreiras e verificar a relação existente com as tecnologias assistivas.

Resultados mostraram que as tecnologias assistivas estudadas não permitem muita autonomia para as pessoas com mobilidade reduzida. Também, os ambientes domésticos em estudo não estão de acordo com as recomendações do Desenho Universal e da NBR 9050 pois apresentaram barreiras dimensionais que dificultam essa interação no ambiente doméstico.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

No Brasil, iniciativas atentas à questão da acessibilidade e mobilidade têm avançado, visando melhorias no planejamento de espaços e no desenvolvimento de novos produtos para pessoas com mobilidade reduzida. Sassaki (2003) define a pessoa com deficiência como a que possui um comprometimento físico, sensorial ou mental, o qual lhe acarreta limitação, incapacidade ou desvantagem em relação à categoria das pessoas sem deficiência.

Na década de 1990, descobriu-se que as pessoas que enfrentavam problemas com o ambiente e as tecnologias nele inseridas não eram somente aquelas que tinham deficiência. Surgiu a expressão "pessoas com mobilidade reduzida" para definir o grupo social com problemas de acesso e utilização de ambientes construídos. Estão incluídas nesse grupo: crianças; pessoas com alguma deficiência; idosos; pessoas empurrando carrinhos de bebê; carrinhos de compras ou pacotes; e aquelas que estão com alguma lesão temporária (CAMBIAGHI, 2012).

Mendes e Tibúrcio (2016) afirmam que as pessoas com mobilidade reduzida necessitam que a acessibilidade esteja relacionada com o fator deslocamento e aproximação do objeto ou ambiente desejado. Portanto, é necessário planejar espaços e desenvolver tecnologias que atendam a uma maior gama de usuários possíveis. Se tais projetos seguirem os princípios e diretrizes do Desenho Universal, facilitarão o processo de independência dos usuários, proporcionando-lhes segurança e autonomia.

Em geral, as pessoas com mobilidade reduzida têm as suas condições de mobilidade ou de percepção das características do ambiente aonde se encontram reduzidas, limitadas ou anuladas. Com isso, as pessoas tendem a ter problemas de interação com o ambiente e com as tecnologias nele inseridas quando não forem entendidas suas diferenças, dificuldades e características funcionais.

Cambiaghi (2012) classifica os grupos de usuários que possuem deficiência ou mobilidade reduzida e descreve-se as principais dificuldades que uma pessoa com mobilidade reduzida tem no uso do espaço físico (Quadro 1).

Observando-se o Quadro 1, podem-se listar as principais dificuldades que as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida têm para se locomover no espaço. Assim, foi possível analisar quais tecnologias assistivas, dependendo da categoria em que ela se encontra.

O conceito de Tecnologia Assistiva, no Brasil, é definido pelo Comitê de Ajudas Técnicas (2009) como sendo:

> Uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação, de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (p. 9).

Quadro 1 - Classificação dos grupos de usuários

GRUPO DE USUÁRIOS	USUÁRIOS	PRINCIPAIS DIFICULDADES NO USO DO ESPAÇO
Pessoas que andam, mas têm sua mobilidade reduzida.	Gestantes, obesos, crianças, pessoas com nanismo, idosos, usuários de prótese e órtese, pessoas carregando pacotes.	• Vencer desníveis e subir escadas; • Equilibrar-se; • Passar por locais estreitos; • Passar em pisos escorregadios; • Caminhar longos percursos; • Abrir e fechar portas; • Manipular objetos; • Acionar mecanismos que requeiram uso das duas mãos;
Usuários de cadeira de rodas.	Paraplégicos, tetraplégicos, hemiplégicos, amputados, idosos.	• Impossibilidade de vencer desníveis bruscos; • Usar escadas ou rampas muito íngremes; • Limitação de seu alcance visual e manual; • Necessidade de contar com espaços amplos para girar a cadeira; • Dificuldade de abrir e fechar portas e de passar em locais estreitos;
Pessoas com deficiências sensoriais ou cognitivas.	Aquelas que têm dificuldades de percepção devido a uma limitação total ou parcial de sua capacidade sensitiva, principalmente visual e auditiva.	• Identificar objetos como botoeiras e rótulos; • Dificuldade de acesso a informações; • Detectar obstáculos salientes e desníveis; • Determinar direção e seguir itinerário; • Detectar obstáculos salientes e desníveis; • Identificar sinalização; • Sensação de isolamento, causando insegurança.

Fonte: CAMBIAGHI (2012)

Devem-se considerar os princípios do Desenho Universal, especificamente o "Princípio 2 – Uso Flexível", no desenvolvimento de produtos e recursos que facilitem a interação desses usuários com os ambientes domésticos, visando o desenvolvimento de produtos e recursos de Tecnologia Assistiva para proporcionar melhoria na integração e inclusão das pessoas nos ambientes domésticos.

Com base nas diretrizes gerais da American With Disabilities – ADA (2008) e traduzidas por SARTORETTO e BERSCH (2014), criou-se uma categorização e das tecnologias assistivas constituídas por: *auxílios para a vida diária, recursos de comunicação, recursos de acessibilidade ao computador, sistemas de controle de ambiente, projetos arquitetônicos para acessibilidade, auxílios de mobilidade, órteses e próteses, adequação postural, melhorias sensoriais, recursos terapêuticos*. A caracterização de cada categoria é também descrita nestas diretrizes.

O uso das tecnologias para automação residencial aplicadas na solução de problemas de acessibilidade na vida cotidiana nas residências dos idosos foi investigado por Tibúrcio e Souza (2014). Os autores identificaram lacunas

onde as tecnologias podem ser melhoradas e os potenciais para desenvolvimento de novas tecnologias para contribuir com a questão de acessibilidade.

O recorte neste trabalho foi identificar e analisar as "Tecnologias Assisitivas" nos ambientes domésticos para pessoas com mobilidade reduzida com base categoria "Auxílios de Mobilidade", com as mediações do Desenho Universal.

O arquiteto Ron Mace[2] citado por Cambiaghi (2012) afirma que "o Desenho Universal é responsável pela criação de ambientes e produtos que podem ser usados pelo maior número de pessoas possíveis na sua máxima extensão" (p. 73).

Segundo o Manual do Desenho Universal Secretaria da Habitação (2010), o desenho universal ou inclusivo é regido por sete princípios que são mundialmente adotados em planejamento e obras de acessibilidade, são eles: *uso equitativo, uso flexível, uso simples e intuitivo, informação de fácil percepção, tolerância ao erro (segurança) e os dois últimos aqui destacados:* ***esforço físico mínimo****: dimensionar elementos e equipamentos para que sejam utilizados de maneira eficiente, segura, confortável e com o mínimo de fadiga; minimizar ações repetitivas e esforços físicos que não podem ser evitados; e* ***dimensionamento de espaços para acesso e uso abrangente****: permitir acesso e uso confortáveis para os usuários, tanto sentados quanto em pé; possibilitar o alcance visual dos ambientes e produtos a todos os usuários, sentados ou em pé; acomodar variações ergonômicas, oferecendo condições de manuseio e contato para usuários com as mais variadas dificuldades de manipulação, toque e pegada; possibilitar a utilização dos espaços por usuários com órteses, como cadeira de rodas, muletas, entre outras, de acordo com suas necessidades para atividades cotidianas.*

Estes princípios do Desenho Universal são princípios independentes. Podem existir interfaces caracterizadas em função de cada situação ou, dependendo da natureza do produto, alguns princípios podem não se aplicar, e às vezes aplicá-los fora de sequência.

3 METODOLOGIA

O estudo foi realizado duas cidades de MG, localizadas na Zona da Mata Mineira, com populações de 101.519 habitantes e 72.220 habitantes respectivamente, segundo dados do IBGE (2015).

Na amostra estão incluídas nesse grupo social, crianças, pessoas com deficiência, idosos, pessoas empurrando carrinhos de bebê, carregando pacotes, carrinhos de compras e aquelas que estão com alguma lesão temporária.

[2] Em 1987, o americano Ron Mace, arquiteto que usava cadeira de rodas e um respirador artificial, criou a terminologia *Universal Design* (CARLETTO; CAMBIAGHI, 2008).

Foram utilizados métodos adequados para dar resposta às questões desta pesquisa, pois permitiram delimitar "estudos de casos múltiplos", que possibilitaram observar como o usuário interage com o produto de tecnologia assistiva que utiliza, bem como fazer uma análise das tecnologias assistivas e dos ambientes domésticos dos usuários em análise, pela visão do pesquisador. Os métodos utilizados foram os seguintes: Mapeamento das Tecnologias Assistivas, Avaliação do Produto por Contagem Regressiva, Avaliação de Desempenho de Produtos Baseado no Desenho Universal e CASPAR - Processo de Avaliação Abrangente e Soluções para Moradores Idosos.

O procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa é resumido no Quadro 2 a seguir, de acordo com os objetivos.

Quadro 2 - Procedimento metodológico

ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS	
MÉTODO	OBJETIVO
Mapeamento das tecnologias assistivas	Identificação das tecnologias assistivas para pessoas com mobilidade reduzida dentro da categoria Auxílios de Mobilidade.
Avaliação do Produto por Contagem Regressiva	Percepção do usuário quanto o uso das tecnologias assistivas dentro do ambiente doméstico.
Avaliação de Desempenho de Produtos Baseado no Desenho Universal	Percepção do pesquisador: Avaliação dos produtos de acordo os princípios do Desenho Universal e suas diretrizes de desempenho.
Avaliação Abrangente e um Processo de Soluções para moradores idosos	Análise das dimensões dos ambientes domésticos analisados.

Fonte: os autores

Para o mapeamento das Tecnologias Assistivas foram feitas pesquisas eletrônicas junto a home page do Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologias Assistivas a fim de identificar as possíveis tecnologias assistivas que poderiam ser utilizadas nos ambientes domésticos para pessoas com mobilidade reduzida dentro da categoria Auxílios de Mobilidade.

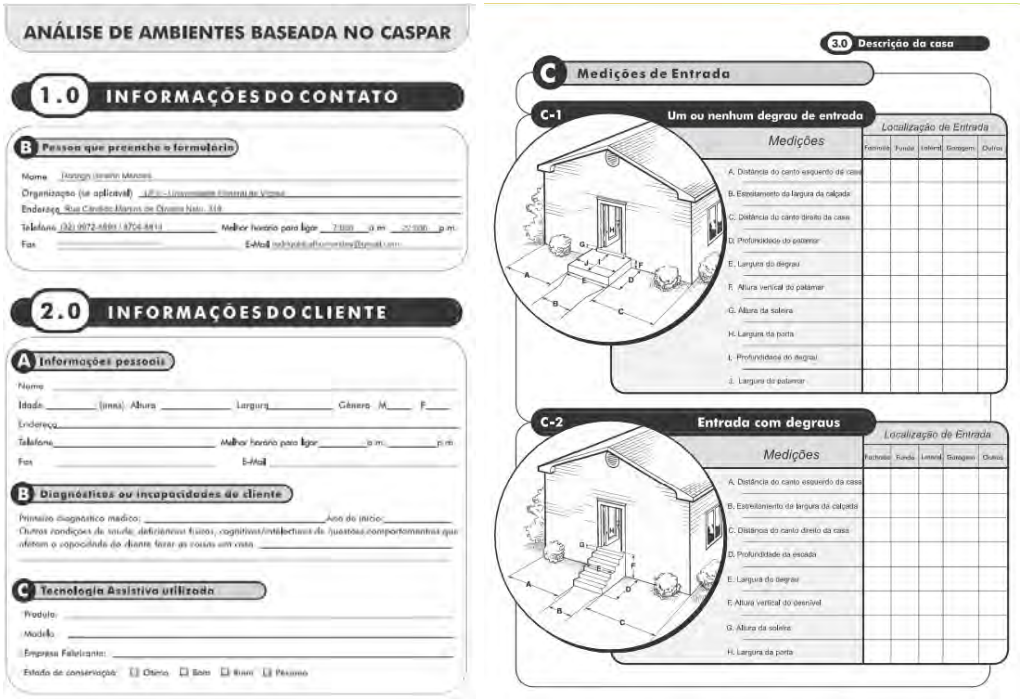
Na Avaliação do Produto por Contagem Regressiva cada usuário possui uma capacidade de pensar, ver, ouvir, lidar com as coisas, e se movimentar. Os produtos que são fáceis de usar para uma pessoa podem não ser fáceis para outra, seja por causa de habilidades pessoais ou aspectos do ambiente. Esta ferramenta forneceu uma lista de verificação baseada nos sete princípios do Desenho Universal que permitiu ao usuário avaliar o produto de forma a identificar suas próprias necessidades e as de outros usuários em potencial.

O outro método, Avaliação de desempenho de produtos baseado no desenho universal, forneceu um procedimento para o pesquisador avaliar se

os produtos de tecnologias assistivas satisfazem os princípios do Desenho Universal e suas diretrizes de desempenho, orientando o desenvolvimento de produtos mais universalmente utilizáveis. As medidas de desempenho foram baseadas nos princípios do Desenho Universal, começando com o Princípio 1 – Uso Equitativo e percorrendo até chegar ao Princípio 7 - Dimensionamento de espaços para acesso e uso abrangente. Dependendo da natureza do produto, alguns princípios podem não se aplicar, e pode, por vezes ser mais eficaz aplicá-los fora de ordem.

Por fim, o método CASPAR – Comprehensive Assessment and Solution Process for Aging Residents supera as limitações de outros instrumentos de avaliação de residências, fechando o ciclo entre os consumidores, construtores, e terapeutas ocupacionais. O instrumento de coleta de dados do método apresentado na Figura 1 facilita a avaliação precisa e abrangente de residências, onde as informações serão traduzidas, posteriormente, pelos profissionais em soluções práticas de modificação para residências. Entretanto, este método foi usado para avaliar as condições do ambiente doméstico onde o usuário interagia com a tecnologia assistiva, permitindo tratar de forma mais eficaz os problemas ambientais das residências, de modo a aumentar a independência e segurança do usuário. Na aplicação, seguiu-se uma ordem dividida em seis seções: informações do profissional; informações do cliente; problemas da residência; objetivos do cliente; descrição da residência; informações resumidas.

Figura 1 – Extrato das páginas 1/15 e 3/15 do CASPAR



Fonte: http://www.ehls.com/accessibility-consulting-services.html

Foi realizado um teste para o método, onde não foram apontados problemas que necessitassem de correção para coleta de dados. Os

materiais necessários para auxiliar no método avaliativo foram compostos de câmera fotográfica digital e trena.

Combinando técnicas de pesquisa qualitativa e quantitativa, foram realizados 10 estudos de casos, que incluem 10 indivíduos abordados, 10 observações do pesquisador e 10 ambientes domésticos analisados, em suas dimensões, onde os usuários utilizam as tecnologias analisadas, com o objetivo de apontar problemas que afetam a qualidade de vida das pessoas com mobilidade reduzida.
O procedimento metodológico utilizado nesta pesquisa é resumido no Quadro 2 a seguir.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foi feito um **mapeamento das tecnologias assistivas** através de pesquisa eletrônica na homepage do Catálogo Nacional de Produtos de Tecnologia Assistiva[3] no dia 10 de Agosto de 2014. Com este mapeamento (Quadro 3), objetivou-se fazer um levantamento dos produtos de tecnologias assistivas para pessoas com mobilidade reduzida, disponíveis no mercado, tendo como base a categoria de 'Auxílios de Mobilidade', tratada como qualquer equipamento que ajude a pessoa com restrição física ou mobilidade reduzida a se locomover com mais facilidade, tais como: cadeira de rodas motorizada, cadeira de rodas elevador, ou escada elevador

Pode-se identificar no Quadro 3 os produtos que são utilizados com maior frequência pelas pessoas com mobilidade reduzida, o que norteou a pesquisa, sendo: cadeira de rodas manual, cadeira de banho manual, andador, apoio para os pés, muleta e bengala.

Quadro 3 - Mapeamento das tecnologias assistivas

TECNOLOGIA	DESCRIÇÃO
Cadeira de rodas manual	Proporcionar mobilidade para pessoas com deficiência, mobilidade reduzida ou idosos.
Andador com Rodas	Proporcionar mobilidade com auxílio de andador com rodas, diminuindo força de arraste para mudança de posição.
Cadeira de Banho BR	Proporcionar autonomia e mobilidade para limpeza e higiene das pessoas com deficiências, mobilidade reduzida e idosos.
Muleta Axilar	Auxilia na locomoção de pessoas com deficiência.
Muleta Canadense fixa	Apoio para marcha, com indicador de posição do pino, para a regulagem de altura.
Apoio para os pés	Usado para aliviar o peso da coluna e do joelho.
Bengala Bastão	Usado como apoio durante a caminhada.

Fonte: os autores

[3] Disponível em: <http://assistiva.mct.gov.br/sobre-o-catalogo>. Acesso em: 10 de Agosto 2014

Nos **estudos de casos**, para manter o sigilo das pessoas avaliadas com mobilidade reduzida, elas foram identificadas pelas siglas USU_01 (usuário 01) a USU_10. O objetivo foi investigar a percepção dos usuários e do pesquisador quanto à acessibilidade, mobilidade e uso das tecnologias assistivas nos ambientes domésticos de pessoas com mobilidade reduzida.

Foram analisadas 10 pessoas que possuem mobilidade reduzida com idades entre 12 e 93 anos, sendo, por coincidência, cinco pessoas de ambos os sexos. Quanto às tecnologias assistivas, foram analisadas 20 produtos no total, sendo 5 cadeiras de rodas manuais, 7 cadeiras de banho manuais, 1 andador, 1 descanso para os pés, 2 muletas e 4 bengalas.

No Quadro 4, o perfil de cada usuário foi organizado com as seguintes informações: usuário, sexo, idade, diagnóstico do problema, ano inicial do problema, tecnologias assistivas que utiliza e o ambiente doméstico no qual ela interage com a tecnologia, este último com a descrição e ilustração.

Quadro 4 - Perfil dos usuários da pesquisa

USUÁRIO	IDADE	DIAGNÓSTICO OU PROBLEMA	ANO INICIAL	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	AMBIENTE DOMÉSTICO
USU_01 Feminino	93	Isquemia com pequenas perdas de movimento das pernas.	2012	Cadeira de rodas e de banho manual, andador e descanso para os pés.	Casa que com diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_02 Masculino	58	Diabetes, sendo necessário amputação de parte da perna direita.	2008	Cadeira de rodas e de banho manual, muleta axial e muleta canadense.	Casa com diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_03 Masculino	87	AVC – Acidente vascular cerebral e isquemia, vindo a ter dificuldades de locomoção.	2008	Cadeira de banho manual e bengala.	Apartamento com alguns problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_04 Masculino	93	Artrose no joelho esquerdo.	2010	Cadeira de rodas e de banho manual e uma bengala.	Apartamento com diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_05 Masculino	81	AVC – Acidente vascular cerebral e isquemia, perdendo totalmente o movimento das pernas.	2008	Cadeira de banho manual.	Apartamento que possui diversos problemas de acessibilidade e mobilidade

Continua...

Continuação Quadro 4

USUÁRIO	IDADE	DIAGNÓSTICO OU PROBLEMA	ANO INICIAL	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	AMBIENTE DOMÉSTICO
USU_06 Feminino	92	Artrose no joelho direito.	2008	Bengala.	Apartamento que possui diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_07 Feminino	82	Artrose no joelho esquerdo e fratura no fêmur.	2000	Bengala.	Casa que possui diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_08 Feminino	30	Mielomeningoceli·, o que dificulta sua movimentação.	1986	Muleta.	Casa que possui diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_09 Feminino	12	Perda de alguns movimentos.	2005	Cadeira de rodas manual.	Casa que possui diversos problemas de acessibilidade e mobilidade
USU_10 Masculino	71	AVC – Acidente vascular cerebral.	2014	Cadeira de rodas e de banho manual.	Casa que possui diversos problemas de acessibilidade e mobilidade

Fonte: os autores

A seguir foram feitas a avaliação das tecnologias assistivas utilizadas e a análise dimensional dos ambientes domésticos. Foram feitas análises em 5 cadeiras de rodas manuais, 6 cadeiras de banho manuais, 1 andador, 1 apoio para os pés, 2 muletas e 4 bengalas encontradas nos ambientes domésticos dos usuários em análise, identificando pontos fracos, fortes e potenciais áreas para melhorias nos produtos.

Os ambientes analisados foram dez ambientes domésticos a partir, avaliando as dimensões dos ambientes onde os usuários do Quadro 4 interagiram com as tecnologias assistivas. Isso permitiu tratar de forma mais eficaz os problemas do espaço, traduzindo as informações analisadas em soluções para modificação desses ambientes, objetivando contribuir para maior independência e segurança do usuário.

O Quadro 5 apresenta a análise de dados, mostrando as relações existentes entre o desenho universal e as características de cada produto de tecnologia assistiva com sugestões de modificações. Este quadro foi dividido em duas colunas, onde, na coluna 1, são apresentadas cada tecnologia assistiva analisada e na coluna 2, os princípios do desenho universal e as características de cada produto de tecnologia assistiva que precisam ser melhoradas.

Quadro 5 - Relação entre Tecnologias Assistivas x Ambientes domésticos

1. PRINCÍPIOS DO DESENHO UNIVERSAL E MELHORIAS EM CADA TECNOLOGIA ASSISTIVA	2. TECNOLOGIAS ASSISTIVAS				
	CADEIRA DE RODAS MANUAL E CADEIRA DE BANHO	ANDADOR	APOIO PARA OS PÉS	MULETA	BENGALA
Uso equitativo	- Apoio para os pés; - Manual de instrução;	- Regulador de altura; Apoio para as mãos;	- Regulador de angulação e altura;	- Regulador de altura; Braçadeira; - Apoio para as mãos;	- Regulador de altura;
Uso flexível	- Acionamento dos freios; - Apoio para os braços; - Assento, encosto - Estrutura da cadeira;	Apoio para as mãos;	- Regulador de angulação e de altura; - Estrutura do produto;	- Regulador de altura; - Apoio para as mãos;	- Regulagem de altura; - Estrutura do produto; - Apoio para as mãos;
Uso simples e intuitivo	- Acionamento dos freios; - Apoio para os braços; - Assento e encosto; - Manual de uso; - Design;	- Apoio para as mãos; - Regulador de altura;	- Regulador de angulação e de altura;	- Regulador de altura; - Apoio para as mãos;	- Regulagem de altura; - Apoio para as mãos;
Informação de fácil percepção	- Dispositivos de alerta e componente visual; - Manual de instrução; - Design;	- Dispositivos de alerta e componente visual; - Manual de instrução; - Design;	- Manual de instrução; - Design;	- Manual de instrução; - Design; - Dispositivos de alerta e componente visual;	- Design; - Manual de instrução; - Dispositivos de alerta e componente visual;
Tolerância ao erro (Segurança)	- Acionamento dos freios; - Apoio para os pés; - Dispositivos de alerta	- Regulador de altura; - Estrutura do andador;	- Regulador de angulação e de altura;	- Apoio para as mãos; - Regulador de altura; - Braçadeira;	- Apoio para as mãos; - Regulador de altura;
Esforço físico mínimo	- Acionamento dos freios; - Apoio para os pés; - Encosto;	- Regulador de altura; - Apoio para as mãos;	- Regulador de angulação e de altura;	- Regulador de altura; - Braçadeira;	- Regulador de altura;
Dimensionar espaços para acesso e uso abrangente	- Estrutura do produto;	- Estrutura do produto;	- Estrutura do produto;	- Estrutura do produto;	- Estrutura do produto;

Fonte: os autores

No Quadro 6, são apresentados como os ambientes domésticos podem contribuir para o uso de cada tecnologia assistiva, promovendo maior autonomia e acessibilidade, contribuindo para melhorar a qualidade de vida para pessoas com mobilidade reduzida.

Quadro 6 – Contribuição dos Ambientes Domésticos no Uso de Tecnologias Assistivas

	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS				
	CADEIRA DE RODAS MANUAL E CADEIRA DE BANHO	ANDADOR	APOIO PARA OS PÉS	MULETA	BENGALA
COMO O AMBIENTE DOMÉSTICO PODE CONTRIBUIR PARA O USO DA TECNOLOGIA ASSISTIVA	- Áreas de giro de 90°, 180° e 360°; - Prever rampas de acesso; - Prever portas com no mínimo 80cm; - Evitar degraus e desníveis entre ambientes; - Prever corredores com largura mínima de 100cm; - Instalar corrimãos, barras de apoio no banheiro e no boxe; - Projetar móveis com portas de correr, mesas com alturas para acomodar pessoas com cadeiras de rodas com mais conforto;	- Prever rampas de acesso; - Prever portas com no mínimo 80cm; - Evitar degraus e desníveis entre ambientes; - Prever corredores com largura mínima de 100cm; - Remover qualquer mobiliário que dificulte a circulação com a tecnologia pelo espaço;	- Evitar degraus e desníveis no piso;	- Prever rampas de acesso; Prever portas com no mínimo 80cm; - Evitar degraus e desníveis entre ambientes; -Prever corredores com largura mínima de 100cm; - Remover qualquer mobiliário que dificulte a circulação com a tecnologia pelo espaço;	- Prever rampas de acesso; Prever portas com no mínimo 80cm; - Evitar degraus e desníveis entre ambientes; - Prever corredores com largura mínima de 100cm; - Remover qualquer mobiliário que dificulte a circulação com a tecnologia pelo espaço;

Fonte: os autores

A partir das análises dos Quadros 5 e 6, foi possível identificar *uma relação de interdependência,* ou seja, tanto as tecnologias assistivas quanto os ambientes domésticos estudados, dependem um do outro para melhorar a autonomia, acessibilidade e qualidade de vida das pessoas com mobilidade reduzida.

4 CONCLUSÕES

Mediado pelos princípios e diretrizes do Desenho Universal, essa pesquisa investigou, baseado em dez estudos de casos, como as tecnologias assistivas e o planejamento de ambientes domésticos podem contribuir para melhoria

da qualidade de vida de pessoas com mobilidade reduzida em ambientes domésticos.

Concluiu-se com os estudos de casos, que os ambientes domésticos estudados não oferecem condições necessárias para que as pessoas com mobilidade reduzida possam ter acessibilidade, autonomia e qualidade de vida.

Em relação às tecnologias assistivas, foi possível analisar relações existentes entre o Desenho Universal e as características de cada produto de tecnologia assistiva que precisam ser melhoradas. Foram identificados vários pontos fracos nas tecnologias estudadas, que impedem que as pessoas com mobilidade reduzida possam ter maior autonomia nos ambientes domésticos com utilização das mesmas, impactando na qualidade de vida.

Foram também identificados, de acordo com o método CASPAR, diversos problemas nas dimensões dos ambientes domésticos estudados, destaque para portas estreitas, mobiliários em excesso e fora de padrões recomendados, áreas de giro para cadeiras de rodas menores que 150 cm, pisos com desníveis, escadas sem corrimões e muito longas; e banheiros sem espaço para transferência lateral para cadeirantes.

Resultados mostraram incompatibilidades nos produtos e como os ambientes domésticos podem contribuir para o uso de cada tecnologia assistiva, para promover maior autonomia e acessibilidade, e contribuir para a melhoria da qualidade de vida para as pessoas com mobilidade reduzida. Considera-se que as tecnologias assistivas analisadas apresentam diversos pontos fracos que só irão contribuir para melhoraria da qualidade de vida de pessoas com mobilidade reduzida, se estes forem considerados no desenvolvimento de novos produtos. Contanto, o desenvolvimento de novos produtos de tecnologia assistiva baseados nos princípios do Desenho Universal pode propiciar autonomia e inclusão para as pessoas com mobilidade reduzida, promovendo seus direitos humanos, melhorando, assim, a interação com os ambientes domésticos.

Uma relação de interdependência entre as tecnologias assistivas e os ambientes domésticos foi identificada. O planejamento de ambientes domésticos mais inclusivos, com base nos princípios do Desenho Universal, traz significativa contribuição para as pessoas com mobilidade reduzida interagirem com as tecnologias assistivas que utilizam e as tecnologias ao serem projetadas devem levar em conta os ambientes.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de PPG.au do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFV, ao Grupo de Pesquisa INOVA; à CAPES pela bolsa de estudos, aos sujeitos da pesquisa e à FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

ABNT. **NBR 9050:** Acessibilidade de pessoas portadoras de deficiências a edificações, espaço, mobiliário e equipamento urbanos. Rio de Janeiro: [s.n.], 2015.

ADA - AMERICAN WITH DISABILITIES ACT. **Diretrizes gerais do ADA**, 2008. Disponivel em: <http://www.ada.gov/pubs/adastatute08.htm>. Acesso em: 20 Junho 2014.

CAMBIAGHI, S. **Desenho Universal: métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas**. 3ª ed. rev.. ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2012.

CARTILHA DO CENSO 2010 – PESSOAS COM DEFICIÊNCIA, Luiza Maria Borges Oliveira / Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República (SDH/PR) / Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência (SNPD) / Coordenação-Geral do Sistema de Informações sobre a Pessoa com Deficiência; Brasília: SDH-PR/SNPD, 2012. 32 p.

CATÁLOGO NACIONAL DE PRODUTOS DE TECNOLOGIA ASSISTIVA, **Produtos de Tecnologia Assistiva.** Disponível em: <http://assistiva.mct.gov.br/sobre-o-catalogo>. Acesso em: 10 de Agosto 2014

COMITÊ DE AJUDAS TÉCNICAS. **Tecnologia Assistiva**. Brasília: CORDE, 2009. 138 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA -IBGE. **Projeção da População do Brasil por sexo e idade para o período de 2000/2060 /Projeção da População das Unidades da Federação por sexo e idade para o período de 2000/2030**. Rio de Janeiro: [s.n.], 2013. 21 p.

_____. **Cidades@**. Minas Gerais. Ubá. Disponível em: <http://cod.ibge.gov. br/5Z0>. Acesso em: 31 jan. 2015.

MENDES, Rodrigo Bicalho, TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles. **Cadeira de rodas manual: o impacto dos problemas relacionados a tecnologia assistiva na melhoria da qualidade de vida de pessoas com mobilidade reduzida.** Revista Artefactum. [on-line]. Edição n.1(2016). Rio de Janeiro 2016, abril 2016. Disponível em:< http://artefactum.rafrom.com.br/index.php?journal=artefactum&page=article&op=view&path[]=971> ISSN 1984 - 3852

PRADO, A. D. A.; LOPES, M. E.; ORNSTEIN, S. W. **Desenho universal - Caminhos da Acessibilidade no Brasil**. São Paulo: Annablume, 2010. 306 p.

SARTORETTO, M. L.; BERSCH, R. Categorias de Tecnologia Assistiva. **Assistiva Tecnologia e Educação**, 2014. Disponivel em: <http://www.assistiva.com.br/tassistiva.html#categorias>. Acesso em: 21 jun. 2014.

SASSAKI, R. K. **Como chamar as pessoas com deficiência. Vida independente:** história, movimento, liderança,conceito, filosofia, e fundamentos. São Paulo: RNR, 2003. 12-16 p.

TIBÚRCIO, Tálio Márcio de Salles; SOUZA, Sandro Ferreira de. TecnologiasAssistivas Como Solução de Acessibilidade na Vida Cotidiana de Idosos. IN:**Arquitetura do Mar, da Terra e do Ar** – Arquitetura e Urbanismo na Geografiae na Cultura. v. 3.

Lisboa: Ed. Academia de Escolas de Arquitetura e Urbanismo de Língua Portuguesa. Lisboa: 2014 436 p. il. ISBN: 978-150-2424-95-2.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO ESPAÇO URBANO QUANTO AO RISCO DE QUEDAS DE IDOSOS[1]

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles (1); FONSECA, Talita da Conceição de Oliveira (2); CARVALHO, Aline Werneck Barbosa de (3); MENDES, Rodrigo Bicalho (4); SOUZA, Sandro Ferreira (5)

(1) UFV, e-mail: tmst83@hotmail.com; (2) UFV, e-mail: talitaufv@yahoo.com.br; (3) UFV, e-mail: alinewbc@gmail.com; (4) UFV, e-mail: rodrigobicalhomendes@gmail.com; (5) UFV, e-mail: sandroferreiras@gmail.com;

RESUMO

As quedas de idosos são motivos de grande atenção na área da Saúde. O ambiente construído deve ser adequado às necessidades desse grupo etário. O objetivo deste artigo consiste em analisar a relação entre as barreiras físicas do espaço urbano adjacentes a uma Unidade Básica de Saúde (UBS) e as barreiras biológicas decorrentes do processo de envelhecimento. Apresenta resultados finais de pesquisa de mestrado. Na metodologia, a pesquisa documental possibilitou caracterizar a UBS em estudo. Métodos da Psicologia Ambiental possibilitaram caracterizar o espaço urbano e mapear o comportamento dos idosos. Entrevistas foram utilizadas para identificar as barreiras biológicas e os modos de deslocamento utilizados. Identificou-se que os idosos possuem comprometimentos funcionais que afetam o uso do espaço e aumentam o risco de quedas. A pesquisa evidencia problemas relacionados às barreiras físicas nos acessos à UBS, associados à qualidade das calçadas e à ligação viária entre os bairros. Identificou-se uma relação de interdependência entre as barreiras físicas e as barreiras biológicas. A pesquisa contribui com apontamentos sobre a relação do espaço urbano com a segurança e qualidade de vida da população com mais de 60 anos, que devem ser observados na escolha do local de implantação dos serviços de saúde.

Palavras-chave: Barreiras Físicas. Barreiras Biológicas. Avaliação Pós-Ocupação.

ABSTRACT

Falls of elderly are of great concern in the health area. In conjunction with that, the built environment should be appropriate to the needs of this age group. The purpose of this paper is to analyze the relationship between the physical barriers of the urban space adjacent to a Basic Health Unit (UBS) and the biological barriers resulting from the aging process. It presents final results of a master degree research. In the methodology, documentary research allowed to characterize the UBS being studied. Methods of Environmental Psychology allowed to characterize the urban space and to map the behavior of the elderly. Interviews were used to identify the biological barriers and displacement modes used. It was found that the elderly have functional impairments that affect the use of space and increase the risk of falls. The survey highlights problems related to physical barriers in access to UBS associated with the quality of the sidewalks and the road links between the neighborhoods. It identified

[1] TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; FONSECA, Talita da Conceição de Oliveira; CARVALHO, Aline Werneck Barbosa de; MENDES, Rodrigo Bicalho; SOUZA, Sandro Ferreira. Avaliação da qualidade do espaço urbano quanto à de quedas de idosos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais ENTAC**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

an interdependent relationship between physical barriers and biological barriers. The research contributes notes on the relationship of urban space with the safety and quality of life, of the population over 60 years, to be followed in choosing the place of deployment of health services.

***Keywords**: Physical Barriers. Biological Barriers. Post-Occupancy Evaluation.*

1 INTRODUÇÃO

O crescimento da população idosa é um fenômeno mundial e, no Brasil, as projeções indicam que em 2020 o país será o sexto do mundo em número de idosos. Apesar de ser considerado como uma grande conquista, o envelhecimento das pessoas desencadeia um desafio mundial: envelhecer com dignidade, respeito e participação social (GOMES; BRITTO, 2013).

Pelo Estatuto do Idoso (BRASIL, 2003), idoso é toda pessoa com idade igual ou superior a 60 anos. É notório que algumas alterações funcionais próprias do envelhecimento influenciam diretamente no uso do espaço. As alterações no sistema musculoesquelético causam, por exemplo, diminuição da agilidade, da coordenação, do equilíbrio e da flexibilidade que prejudicam o equilíbrio do idoso, provocando mudanças na postura e na mobilidade. Já no sistema cognitivo, destacam-se a diminuição da audição e as mudanças fisiológicas do processo visual (CUNHA; COSTA, 2011).

Por ser um acontecimento frequente entre os indivíduos acima de 60 anos, as quedas têm sido aceitas como uma consequência inevitável ou um efeito colateral e natural do envelhecimento (COSTA NETO; SILVESTRE, 1999). Porém, acredita-se que podem ser evitadas com a adequação do espaço urbano.

A queda é um evento não intencional, cujo resultado é a mudança de posição do indivíduo para um nível mais baixo (NICOLUSSI *et al,* 2012). As causas mais comuns relacionadas às quedas de pessoas idosas na comunidade são relacionadas ao ambiente, aos distúrbios de equilíbrio e marcha e à tontura (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2006).

Como parte da Atenção Primária à Saúde (APS), a Unidade Básica de Saúde (UBS) representa o primeiro contato da população com o serviço de saúde do município. Primeiro contato significa acesso e utilização do serviço para cada novo evento de saúde ou novo episódio de um mesmo evento. Dessa forma, a utilização dos serviços de APS pela população depende, entre outros aspectos, da boa resolutividade das equipes, do acolhimento e de uma prática baseada na pessoa e não na doença (BRASIL, 2011). Cabe incluir que a utilização de tais serviços depende também de atributos do ambiente físico.

A investigação sobre os fatores de risco para quedas de idosos no ambiente extradomiciliar justifica-se uma vez que estudos como os de Messias e Neves (2009), Menezes e Bachion (2008*),* Lopes, M., et al *(2007)* e Rebelatto, Castro e Chan (2007) vêm sendo realizados com idosos institucionalizados ou no âmbito doméstico e poucos têm focado a sua relação com o espaço urbano, que muitas vezes não é acompanhado por uma infraestrutura

adequada, além de ser importante no sentido de se estabelecerem estratégias para preveni-las.

Diante do exposto, este estudo tem como objetivo analisar a relação entre as barreiras físicas do espaço urbano adjacentes a uma UBS e as barreiras biológicas decorrentes do processo de envelhecimento.

No contexto desta pesquisa, interessam as definições de barreiras urbanísticas (existe nas vias públicas e nos espaços de uso público) e barreiras nos transportes (existe nos meios de transportes), aqui agrupadas e classificadas como barreiras físicas. Como barreiras biológicas, entendem-se as alterações funcionais do envelhecimento.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso realizado em uma UBS de Viçosa - MG. Atualmente existem 14 UBSs no município, sendo 11 localizadas no distrito sede e as outras três nos demais distritos (Cachoeira de Santa Cruz, São José do Triunfo e Silvestre). De posse da relação das UBSs, elas foram estratificadas quanto ao seu funcionamento, em prédio próprio ou alugado.

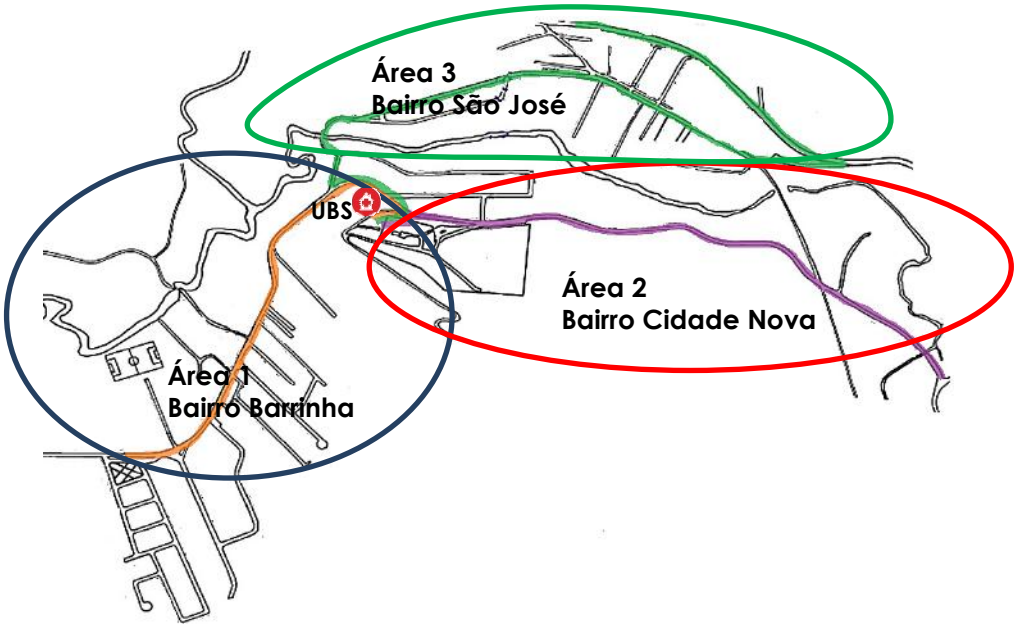
Considerando-se as possibilidades de intervenções funcionais e de manutenção no espaço urbano, por julgamento, decidiu-se selecionar as UBSs que funcionam em prédio próprio da Prefeitura Municipal de Viçosa, localizadas na área urbana do município. O segundo parâmetro adotado para a escolha do objeto de estudo foi o "percentual de idosos em relação ao número de pessoas cadastradas" em cada UBS. A partir desses critérios, selecionou-se uma UBS localizada no distrito sede de Viçosa, com sede própria e com o maior percentual de idosos em relação ao número de pessoas cadastradas. Assim, o trabalho de campo foi projetado e realizado na UBS São José/Barrinha/Cidade Nova.

Optou-se por realizar entrevistas com os idosos capazes de deambular e de responder à entrevista. Essa opção está devidamente alinhada com a razão da pesquisa, voltada para uma análise da qualidade do espaço urbano na área de jurisdição da UBS. Sendo assim, dos 547 idosos cadastrados na UBS, 145 se enquadraram nas condições estabelecidas.

Com base na revisão de literatura, foram levantadas variáveis que deram suporte para o desenvolvimento do roteiro de entrevista de saúde autorreferida e do *checklist* do *Walkthrough*. Foram identificados os seguintes métodos e técnicas adequados ao objeto de estudo, ao público-alvo e aos objetivos da pesquisa: pesquisa documental, entrevistas, *Walkthroughs* (*Walkthrough* de especialistas e *Walkthrough* acompanhado) e observação comportamental. Os dados foram coletados no período de maio a dezembro de 2015.

Para a realização do *Walkthrough* de especialistas, optou-se pela subdivisão da área de abrangência da UBS em estudo em três novas áreas, devido à sua extensão: Área 1: Bairro Barrinha, Área 2: Bairro Cidade Nova, Área 3: Bairro São José (Figura 1).

Figura 1 – Áreas de realização do *Walkthrough*



Fonte: Os autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização da UBS

A UBS São José/Barrinha/Cidade Nova foi implantada em Viçosa pela Secretaria Municipal de Saúde (SMS) em 2009. A unidade realiza a cobertura dos bairros São José, Barrinha e Cidade Nova, incluindo localidades da Zona Rural. Está situada à Rua Leonor de Oliveira s/n, no Bairro Cidade Nova. Neste estudo foi considerado apenas o espaço urbano da sua área de abrangência. A unidade é formada por duas Equipes de Saúde da Família (eSFs): a equipe 1 tem como área de responsabilidade o Bairro Barrinha e uma extensa área de Zona Rural; a equipe 2 tem como responsabilidade os bairros Cidade Nova e São José.

Segundo os dados do Sistema de Informação de Atenção Básica (SIAB) de 2013, a UBS São José/Barrinha/Cidade Nova possui 1.184 famílias cadastradas, somando 4.116 pessoas, sendo que destas, 547 são pessoas idosas. Com relação ao número de idosos, na UBS estudada, dos 547 idosos, 281 são do sexo feminino. Estes procuram a unidade para atendimento médico, curativos e campanhas de vacinação. Entretanto, a única ação desenvolvida direcionada aos idosos é o Grupo de Caminhada.

3.2 Panorama geral das condições físicas do espaço urbano nos principais acessos à UBS

Os aspectos do meio urbano são determinantes de um envelhecimento ativo e saudável. Ambientes físicos adequados à idade podem representar a

diferença entre a independência e a dependência para todos os indivíduos, especialmente para aqueles em processo de envelhecimento (WHO, 2008).

O acesso no entorno à UBS São José/Barrinha/Cidade Nova é constituído por rua calçada com pedras fincadas, o que dificulta o deslocamento de muitos moradores, principalmente idosos e usuários com dificuldade de locomoção. O trajeto até a UBS é considerado perigoso, pois os usuários precisam percorrer grandes distâncias em uma rodovia sem acostamento, com trânsito intenso, além de muitos precisarem atravessar uma ponte improvisada que liga os Bairros Cidade Nova e São José.

A maior parte das ruas ao longo dos trajetos possui calçamento, porém, as más condições de manutenção são visíveis. As calçadas, de maneira geral, também apresentam más condições de manutenção, muitos obstáculos, desníveis, são estreitas, além de serem utilizadas por alguns moradores para depósito de materiais de construção ou estacionamento. Estes aspectos representam risco de quedas para os idosos. Cambiaghi (2007) reforça que, quanto mais um ambiente se ajusta às necessidades do usuário, mais confortável e seguro ele é.

A Figura 2 (A, B, C e D) mostra uma visão geral das condições físicas do espaço urbano nos principais acessos à UBS estudada, que representam risco de queda para os idosos.

Figura 2 – Condições físicas do espaço urbano da UBS nos seus principais acessos.



(A): Calçamento irregular



(B): Piso da calçada interrompido por mudança de nível



(C): Bueiro desprotegido



(D): Calçada estreita e obstruída

Fonte: Acervo Talita Fonseca, 2015

3.3 Perfil dos idosos analisados

Neste estudo, participaram das entrevistas 85 idosas e 60 idosos. Com relação à idade, verifica-se maior concentração de idosos na faixa etária de 60 a 70 anos (55%). O modo de deslocamento que prevalece para a utilização da UBS é o deslocamento à pé, para ambos os sexos, seguido pelo transporte próprio, enquanto o transporte coletivo ocupa a última posição, juntamente com o táxi.

3.4 Condições de saúde autorreferidas

Segundo Lima-Costa e Camarano (2009), a autoavaliação da saúde ou saúde autorreferida é fidedigna e apresenta confiabilidade e validade

equivalentes a outras medidas mais complexas da condição de saúde.

Com relação às variáveis "grau de dependência", "estado de saúde" e "peso", dentre os participantes da pesquisa, 59% dos idosos declararam-se independentes, 49% percebem o estado de saúde como regular, 66% consideram seu peso adequado e 83% disseram não estar sedentários.

Com relação às doenças crônicas relacionadas com o risco de quedas, o roteiro de entrevista se limitou a nove condições: hipertensão arterial (HA), doença cardíaca, acidente vascular cerebral (AVC/derrame), diabetes, problema crônico de coluna, osteoporose, artrite/reumatismo, Parkinson e depressão.

A doença crônica de maior prevalência foi a hipertensão arterial, observada em 79% dos idosos, sendo mais comum entre as mulheres (89%), o que justifica também a maior incidência de AVC entre as mesmas. Esta constatação vai ao encontro do que ressalta o Caderno de Atenção Básica n. 19, onde a prevalência da hipertensão se correlaciona diretamente com a idade, sendo mais presente entre as mulheres (BRASIL, 2006).

A segunda doença mais referida foi a dor nas costas - 66% dos idosos. De acordo com a Pesquisa Nacional de Saúde de 2013 (IBGE, 2014), as dores e os problemas musculoesqueléticos podem acometer grande parcela da população, tendo impacto econômico e na qualidade de vida dos indivíduos. Entre os problemas crônicos de coluna, os problemas lombares crônicos são os mais comuns.

A terceira doença crônica, a osteoporose, representou 30% dos idosos, sendo referida em 39% dos casos pelas mulheres e 17% pelos homens. A doença é considerada uma questão de destaque de saúde pública devido a sua alta prevalência e aos efeitos devastadores na saúde física e psicossocial (CARVALHO; FONSECA; PEDROSA, 2004).

A quarta doença foi o diabetes, declarada por 27% dos idosos, também mais comum no sexo feminino (34%).

Alem disso, em média, 40,55% dos idosos relataram possuir algum outro comprometimento como dificuldade para escutar e para caminhar, problemas que afetam a visão e distúrbios de equilíbrio. Estes achados são preocupantes, pois a presença de três ou mais doenças possivelmente levará a um aumento na demanda aos serviços de saúde, e consequentemente, maior exposição do idoso ao risco de quedas no espaço urbano.

3.5 Caracterização do espaço urbano quanto às barreiras físicas – análise *Walkthrough*

De acordo com a Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia (2008), as quedas fora do domicílio são causadas em sua maioria por fatores ambientais e ocorrem entre idosos independentes e ativos. Daí a importância da adequação do espaço urbano. As quedas nesta população resultam em uma série de consequências negativas, incluindo o declínio

funcional, redução da qualidade de vida, morbidade, mortalidade e risco de hospitalização prolongada. Sendo assim, a redução dos riscos de quedas tornou-se uma prioridade internacional (CHILD et al*.,* 2012).

Para caracterizar o espaço urbano da UBS São José/Barrinha/Cidade Nova quanto às barreiras físicas, nos seus principais acessos foram realizadas três *Walkthrough*s, de acordo com as áreas físicas definidas na metodologia.

As avaliações aconteceram partindo da UBS e seguindo pelos acessos principais de cada bairro. Para o registro das descobertas, a pesquisadora utilizou *checklists* abrangendo as variáveis: vias, faixa de travessia de pedestres, calçada e estacionamento. A pesquisadora utilizou ainda mapas das áreas a serem vistoriadas, trena e câmera fotográfica. O espaço foi analisado à luz das normas técnicas, da legislação e dos manuais existentes - NBR 9050 (ABNT, 2004), NBR 12255NB 1338 (ABNT, 1990), LEI Nº 1.633 (2004), NBR 14022 (ABNT, 2009), LEI Nº 10.098 (2000), LEI Nº 1574 (2003), Resolução 303 (2008), LEI N.º 10.741 (2003) e Manual para implantação de mobiliário urbano na cidade do Rio de Janeiro (1996) - obtendo-se os critérios de desempenho. As estações para registro fotográfico foram selecionadas em função das características do espaço urbano que poderiam influenciar a acessibilidade dos idosos.

Após o registro das descobertas do *Walkthrough*, foi elaborado um quadro-síntese onde os indicadores foram classificados em pontos positivos e negativos de acordo com a maior ocorrência. O Quadro 1 traz um extrato dessa síntese.

Quadro 1 – Parte do Quadro Síntese dos resultados da análise *Walkthrough* do espaço urbano da UBS, de acordo com o trajeto realizado.

	Indicadores		Pontos positivos	Pontos negativos
Barrinha	Vias	Condições de manutenção	X	
		Forma de utilização das vias	X	
		Instalação do mobiliário urbano	X	
	Indicadores		Pontos positivos	Pontos negativos
	Faixas de travessia (quando existentes)	Presença de faixa de travessia	X	
		Largura da faixa de travessia	X	
		Rebaixamento da calçada junto à faixa de travessia		X
		Sinalização dos rebaixamentos		X
		Faixa livre além do espaço ocupado pelo rebaixamento da calçada		X
		Nivelamento entre o término do rebaixamento da calçada e o leito carroçável		X

Fonte: Os autores

De modo geral, foram encontrados vários problemas relacionados com as barreiras físicas no espaço urbano da UBS estudada, sendo os principais associados à qualidade das calçadas e à ligação física entre os bairros São José e Cidade Nova, na cidade de Viçosa – MG. Identificou-se a ausência de calçadas em vários trechos. Em relação às calçadas existentes, foram detectados problemas como pavimentação deficiente com más condições de manutenção, presença de degraus, obstáculos e desníveis, dimensão insuficiente da faixa livre e utilização da calçada como depósito ou estacionamento de veículos. Com relação às vias, foram identificadas algumas deficiências na pavimentação como pedras soltas e buracos, bueiros desprotegidos e inexistência de rebaixamento da calçada na faixa de travessia para pedestres. A ligação física entre os bairros São José e Cidade Nova é um ponto crítico, pois possui uma ponte improvisada (pinguela), com condições ruins de manutenção. Além disso, os pedestres têm que dividir este espaço com bicicletas e motocicletas, o que aumenta os riscos.

Uma solução seria a adoção uma rota acessível que se caracteriza por um trajeto contínuo, desobstruído e sinalizado, que conecta os ambientes externos e internos de edificações, e que pode ser utilizada de forma

autônoma e segura por todas as pessoas (NBR 9050, 2015). No caso deste estudo, por se tratar de uma análise do espaço urbano, deveria adotar-se uma rota acessível externa, a qual incorporaria o estacionamento, as calçadas, faixas de travessias de pedestres, rampas, escadas, passarelas e outros elementos da circulação e que contribuiria para a redução do risco de quedas dos idosos neste trajeto.

3.6 Comportamento, uso e percepção do espaço pelos idosos

Foram realizados nove Mapas Comportamentais, sendo três de cada área física. O mapeamento foi realizado em dias e horários diferentes. No mesmo momento, foi realizado o *Walkthrough* Acompanhado. A Figura 3 mostra um dos mapeamentos aplicados no Bairro Barrinha.

Figura 3 – Mapeamento comportamental Área 1 – Bairro Barrinha

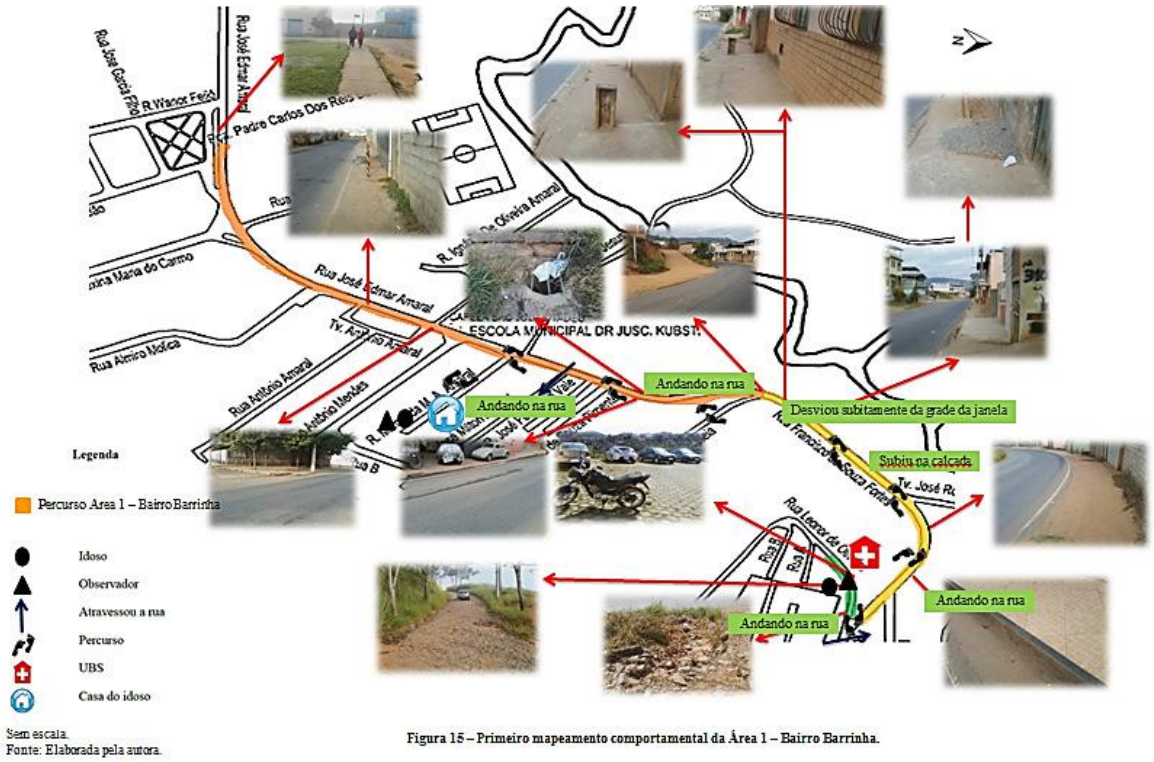


Figura 15 – Primeiro mapeamento comportamental da Área 1 – Bairro Barrinha.

Fonte: Os autores

De modo geral, os idosos utilizam pouco as calçadas, o que pode ser justificado pelas más condições de manutenção e por possuírem inúmeros obstáculos e desníveis que foram observados durante o *Walkthrough*.

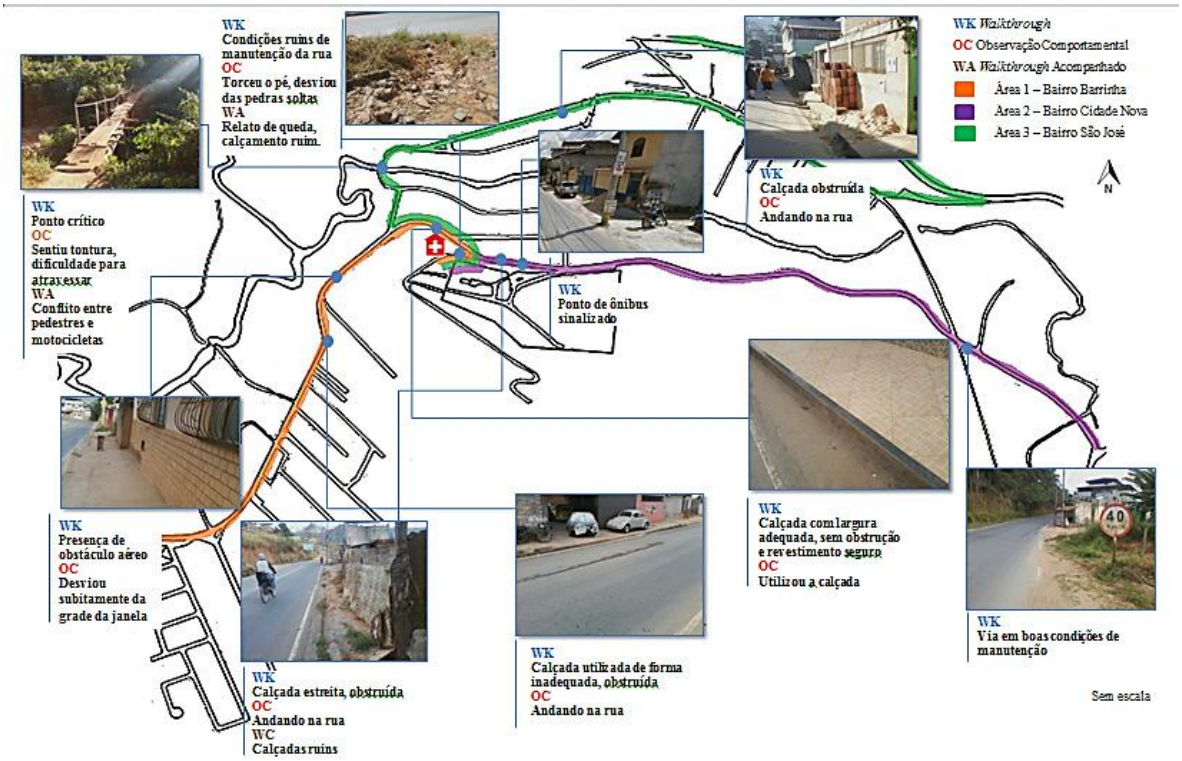
3.7 Matriz de descobertas

Uma matriz de descobertas, "instrumento de análise que permite identificar e comunicar graficamente as descobertas" (RHEINGANTZ *et al*, 2009 p. 13), foi elaborada, contendo os principais elementos e problemas do espaço

urbano nos acessos principais da UBS estudada. A matriz também contém o registro dos comportamentos analisados ao longo do percurso dos idosos (da UBS até o domicílio), identificando-se casos de tontura, torção do pé e falta de utilização de calçadas devido à insegurança proporcionada pelas más condições físico-ambientais já mencionadas (Figura 4).

Verificou-se que a qualidade do espaço urbano é deficiente para atender os percursos dos idosos até a UBS em estudo e que apresenta diversos fatores de risco de quedas para os idosos.

Figura 4 – Matriz de Descobertas dos principais acessos à UBS São José/Barrinha/Cidade Nova.



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÕES

A pesquisa aponta para vários problemas relacionados com as barreiras físicas no espaço urbano no entorno da UBS estudada, sendo os principais associados à qualidade das calçadas e à ligação física entre os bairros São José e Cidade Nova, na cidade de Viçosa - MG.

Como foram identificados diversos fatores de risco para as quedas dos idosos no espaço urbano no entorno da UBS, conclui-se que o princípio do "Primeiro Contato", que diz que a Atenção Primária, por meio das Unidades Básicas de Saúde deve ser a porta de entrada de fácil acesso aos usuários para o sistema de serviços de saúde, é desconsiderado no caso estudado.

Desta forma, é possível destacar a necessidade dos planejadores, profissionais responsáveis por projetos arquitetônicos e gestores de saúde, de considerarem os atributos físicos do espaço urbano no momento do

planejamento e elaboração de projetos arquitetônicos para construção de Unidades Básicas de Saúde ou, até mesmo, na escolha de imóveis para aluguéis com esta finalidade. O trabalho multidisciplinar no processo de projeto e a aplicação de procedimentos metodológicos de avaliação pós-ocupação contribuirá para o desenvolvimento de projetos mais adequados às necessidades específicas do público alvo. Recomenda-se a inclusão de diretrizes no Manual de Orientações para a Instalaçao de UBS.

O trabalho mostrou que a qualidade do espaço urbano representa uma variável importante para a segurança da pessoa idosa no uso do mesmo. Reforça a necessidade de eliminar barreiras físicas do espaço urbano, uma vez que os idosos já possuem limitações inerentes ao próprio processo de envelhecimento.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de PPG.au do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFV, ao Grupo de Pesquisa INOVA; à FAPEMIG, ao Departamento de Medicina UFV, à equipe de saúde da UBS São José/Barrinha/Cidade Nova em Viçosa-MG e aos idosos que participaram da pesquisa.

REFERÊNCIAS

BARRETO, K. M. L. **Envelhecimento, mobilidade urbana e saúde:** um estudo da população idosa. 2012. 177 p. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Centro de Pesquisa Aggeu Magalhães, Fundação Oswaldo Cruz, Recife, PE, 2012. Disponível em:< http://www.cpqam.fiocruz.br/bibpdf/2012barreto-kml.pdf>. Acesso em: 1 set. 2013.

BRASIL. Conselho Nacional de Secretários de Saúde. **Atenção Primária e Promoção da Saúde**. Brasília, DF, 2011. 197 p.

_____. Ministério da Saúde. **Estatuto do Idoso**. Brasília, DF, 2003. 70 p.

_____. Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República.

Dez anos do Conselho Nacional dos Direitos do Idoso: repertórios e implicações de um processo democrático / Ministério da Justiça, Secretaria de Direitos Humanos da Presidência da República; Neusa Pivatto Muller, Adriana Parada (Orgs.). – Brasília: Secretaria de Direitos Humanos, 2013.

_____. Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. **Cadernos do Ministério das Cidades**, n. 6, 2006. Disponível em:< http://www.emdec.com.br/eficiente/repositorio/6489.pdf> Acesso em: 3 nov. 2015.

CAMBIAGHI S. **Desenho universal:** métodos e técnicas para arquitetos e urbanistas. São Paulo: Senac; 2007.

CARVALHO, C. M. R. G.; FONSECA, C. C. C.; PEDROSA, J. I. Educação para a saúde em osteoporose com idosos de um programa universitário: repercussões. **Cad. Saúde Pública**, v. 20, n. 3, p. 719-726, 2004. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/csp/v20n3/08.pdf>. Acesso em: 10 out. 2015.

CHILD, S. et al. Factors Influencing the Implementation of Fall-Prevention Programmes: A Systematic Review and Synthesis of Qualitative Studies. **Implementation Science**: IS 7 (2012): 91. Disponível em: < file:///C:/Users/dell/Desktop/nihms-413570.pdf>. Acesso em: 17 de jun de 2015.

COSTA NETO, M. M.; SILVESTRE, J. A. **Atenção à Saúde do Idoso:** instabilidade postural e queda. Brasília: Departamento de Atenção Básica, Secretaria de Políticas de Saúde, Ministério da Saúde, 1999. Disponível em: http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/atencao_saude_idoso_cab4.pdf. Acesso em: 23 ago. 2015.

CUNHA, M. V. P. O.; COSTA, A. D. L. Diretrizes projetuais para a acessibilidade física do idoso ao espaço público urbano: a Praça São Gonçalo, João Pessoa - PB. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 10, 2011, Rio de Janeiro. **Anais do 2ºSimpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios.** Rio de Janeiro: SBPQ, 2011. Disponível em: <http://www.iau.usp.br/ocs/index.php/sbqp2011/sbqp2011/paper/viewFile/283/193. Acesso em: 10 out. 2013.

GOMES, G. C.; BRITTO, R.R. Envelhecimento ativo. In: PERRACINI, M. R.; FLÓ, C. M. **Funcionalidade e envelhecimento.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2013.

IBGE CIDADES. **Minas Gerais**. Disponível em: <http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=317130&search=||infogr%E1ficos:-informa%E7%F5es-completas>. Acesso em: 16 ago. 2013.

LIMA-COSTA, M. F.; CAMARANO, A. A. Demografia e epidemiologia do envelhecimento no Brasil. In: MORAES, E. N. **Princípios básicos de geriatria e gerontologia**. Belo Horizonte: Coopmed, 2009. cap. 1, p. 3-19.

MESSIAS, M. G. NEVES, R. F. A influência de fatores comportamentais e ambientais domésticos nas quedas em idosos. **Revista Brasileira Geriatria e Gerontologia**, Rio de Janeiro, v.12, n.2, 2009. Disponível em: < http://www.crde-unati.uerj.br/img_tse/v12n2/pdf/art_10.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Política Nacional de Mobilidade Urbana Sustentável. **Cadernos do Ministério das Cidades**, n. 6, 2006. Disponível em:< http://www.emdec.com.br/eficiente/repositorio/6489.pdf> Acesso em: 3 nov. 2015.

NICOLUSSI, A. C. *et al*. Qualidade de vida em idosos que sofreram quedas: revisão integrativa da literatura. **Ciência & Saúde Coletiva**, Ribeirão Preto, v. 17, n. 3, mar. 2012. Disponível em: < http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000300019>. Acesso em: 2 ago. 2013.

RHEINGANTZ *et al*. **Observando a qualidade do lugar**: procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do rio de Janeiro, 2009. Disponível em: < http://www.fau.ufrj.br/prolugar/arq_pdf/diversos/obs_qual_lugar.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2013.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE GERIATRIA E GERONTOLOGIA. **Quedas em idosos**: prevenção. 2008. Disponível em: http://www.projetodiretrizes.org.br/projeto_diretrizes/082.pdf. Acesso em: 20 set de 2014.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO global report on falls prevention in older age**. Geneva, 2008. 53p. Disponível em: < http://www.who.int/ageing/publications/Falls_prevention7March.pdf>. Acesso em: 18 jun. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CONTRIBUIÇÃO DA AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL NA SOLUÇÃO DE PROBLEMAS DE ACESSIBILIDADE NO COTIDIANO DO IDOSO[1]

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles (1); SOUZA, Sandro Ferreira (2); FONSECA, Talita da Conceição de Oliveira (3); MENDES, Rodrigo Bicalho (4)

(1) UFV, email: tmst83@hotmail.com; (2) UFV, email: sandroferreiras@gmail.com; (3) UFV, email: talitaufv@yahoo.com.br; (4) UFV, email: rodrigobicalhomendes@gmail.com

RESUMO

A legislação brasileira contém leis e regulamentos que determinam critérios básicos para a promoção da acessibilidade e benefícios aos idosos. O fenômeno de envelhecimento populacional que ocorre no Brasil indica um aumento da população de idosos em poucas décadas. Outro fenômeno que se observa é o constante avanço da tecnologia destinada à automação residencial. Dentro desse cenário, esta pesquisa tem objetivo de investigar se as tecnologias atuais usadas para automação residencial contribuem para solução de problemas do cotidiano vividos pelos idosos em suas residências, no que tange à acessibilidade. A pesquisa é baseada em estudos de casos, e utiliza o mapa comportamental; aplicação de questionários a uma amostra da população idosa e mapeamento de tecnologias existentes no mercado, através de pesquisa eletrônica. Concluiu-se que os idosos vivenciam diversas situações que envolvem problemas de acessibilidade e segurança em seu cotidiano e que a tecnologia para automação residencial contribui na busca de soluções nestes campos. Identificou-se que as empresas fornecedoras destas tecnologias, atendem parcialmente aos problemas citados, deixando lacunas relacionadas à segurança, às atividades da vida diária e ao mobiliário. Estas lacunas identificadas representam um potencial de crescimento no setor de tecnologias de automação residencial com foco nos idosos e suas atividades do cotidiano.

Palavras-chave: Automação Residencial. Idosos. Acessibilidade.

ABSTRACT

Brazilian legislation contains laws and regulations describing basic criteria for the promotion of accessibility and benefits for the elderly. The population aging phenomenon that occurs in Brazil indicates an increase in the elderly population in a few decades. Another phenomenon that is observed is the constant advancement of technology intended for home automation. In this scenario, this study aims to investigate whether current technologies used for home automation contribute to the problems of everyday life experienced by older people in their homes, regarding accessibility. The search is based on case studies and uses the behavioral map; survey with questionnaires to a sample of the elderly population and mapping technologies in the industry, through electronic search. It was concluded that the elderly experience different situations involving accessibility and security issues in their daily lives and that the technology for home automation contributes to finding solutions in these fields. It was identified that the suppliers of these technologies, meet partially these problems, leaving

[1] TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; SOUZA, Sandro Ferreira; FONSECA, Talita da Conceição de Oliveira; MENDES, Rodrigo Bicalho. Contribuição da Automação Residencial na Solução de Problemas de Acessibilidade no Cotidiano do Idoso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

gaps related to security, to the daily life activities and furniture. These gaps identified represent a growth potential in home automation technology industry focusing on seniors and their daily activities.

***Keywords**: Home automation. Elderly. Accessibility.*

1 INTRODUÇÃO

A Lei Federal nº 10.098 de 19 de Dezembro de 2000, que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, define estas pessoas como aquelas que, temporária ou permanentemente, têm limitada sua capacidade de relacionar-se com o meio e de utilizá-lo (art. 2º, III).

O Decreto nº 5.296 de 02 de Dezembro de 2004, que regulamenta a Lei supracitada, define a pessoa com mobilidade reduzida como aquela que tenha, por qualquer motivo, dificuldade de movimentar-se, permanente ou temporariamente, gerando redução efetiva da mobilidade, flexibilidade, coordenação motora e percepção (art.5º, II). O mesmo decreto destaca também que se enquadram neste item as pessoas com idade igual ou superior a 60 anos (idosos), gestantes, lactantes e pessoas com criança de colo (art. 5º, II, § 2º).

A acessibilidade é tratada também na Norma NBR 9050 / 2015 - Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT).

Observa-se que nos três casos (Lei, Decreto e Norma) há preocupações com a segurança durante a rotina diária do indivíduo, bem como com sua capacidade de relação autônoma com o meio em que vive, com destaque para a preocupação direta ou indireta com o idoso. Tal preocupação mostra-se pertinente devido à ocorrência de fenômeno de envelhecimento da população brasileira, identificado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2008).

Quanto aos avanços tecnológicos, Tibúrcio e Souza (2014) citam que a atual geração de idosos possui limitações quanto ao uso de produtos de base tecnológica, o que caracteriza barreira em diversos aspectos, tais como social e física.

Enquanto a população envelhece e requer maiores cuidados em diversos aspectos, a tecnologia também progride, proporcionando diversos benefícios. Segundo Barbosa e Qualharini (2004), o avanço da tecnologia é estimulado pelo avanço e miniaturização dos componentes eletrônicos, impulsionando, por exemplo, o setor de automação residencial.

Entende-se desta forma, que a manutenção do idoso em sua residência é essencial à sua qualidade de vida, desde que a residência se adapte às novas exigências que as limitações físicas impõem.

Considerando a percepção de barreira aos idosos, destaca-se dentre estas características a de atender as necessidades dos ocupantes. Desta forma, o presente artigo irá discutir a aplicação da tecnologia para automação

residencial sob a ótica de sua utilização pela pessoa idosa.

2 REVISÃO DA LITERATURA

Segundo Portela e Costa (2011) o envelhecimento é um processo natural, dinâmico, progressivo e irreversível, que se inicia ao nascer, indo até a morte.

De acordo com a 1ª Pesquisa Sobre Condições de Saúde e Vida dos Idosos da Cidade do Rio de Janeiro (2006) a velhice não deve ser confundida com uma doença, mas dela podem decorrer doenças crônicas que podem acarretar na perda da capacidade funcional, diminuindo sua independência e autonomia.

Edward, Jagger e Harper (1998) afirmam que o estudo das Atividades da Vida Diária (AVDs) tem a finalidade de realizar avaliação funcional do indivíduo. Os autores separam as AVDs em Atividades Básicas da Vida Diária (ABVDs) e Atividades Instrumentais da Vida Diária (AIVDs). A Associação Americana de Terapia Ocupacional (American Occupational Therapy Association) distingue as ABVDs e AIVDs conforme o diferenciadas no Quadro I. Esta categorização é um instrumento para investigar as atividades do cotidiano dos idosos.

Quadro 1 - Atividades Da Vida Diária

ABVDs	AIVDs
Tomar banho	Cuidado com outras pessoas
Continência urinária e intestinal	Cuidado com os animais
Vestir-se	Criação dos filhos
Comer	Comunicação
Habilidade funcional	Locomoção pela comunidade
Autocuidado	Controle das finanças
Higiene	Cuidado com a saúde
Atividade sexual	Cuidado com a casa
Uso do vaso sanitário	Preparo da alimentação
	Hábitos religiosos
	Procedimentos de segurança e emergência
	Realização de compras

Fonte: Adaptado de American Occupational Therapy Association. (AOTA,2008)

Discutindo o cotidiano dos idosos, Barros (2000) aponta que a diminuição das capacidades físicas dificulta a execução de tarefas diárias tais como subir escadas, tomar banho sozinho, arrumar a casa, entre outras e que com o passar do tempo e em decorrência disto, o ambiente torna-se cada vez mais importante em relação ao bem-estar da pessoa que o utiliza".

Um dos problemas vivenciados pelo idoso, a acessibilidade, é classificada por Sassaki (2005) em seis segmentos, sendo arquitetônica, instrumental, comunicacional, metodológica, programática e atitudinal. Para o

direcionamento desta pesquisa, são destacadas a acessibilidade arquitetônica e acessibilidade instrumental. Estes dois conceitos associados envolvem diretamente os temas centrais desta pesquisa: a acessibilidade e as atividades da vida diária. Dão foco à relação do indivíduo, inclusive a pessoa idosa, com o ambiente em que vive e à vida cotidiana.

A automação residencial, objeto de estudo nesta pesquisa, para Bianchi, Silva e Slama (2001) "designa o conjunto de estudos e técnicas voltadas à integração dos sistemas de automatismos domésticos que oferece caminho para proporcionar conforto no ambiente construído." (p.1). Souza (2015) adaptando Deboni, Alvarez e Bissoli (2011), define uma lista de aspectos que devem ser considerados na automação predial e sintetizam as potenciais aplicações em cada aspecto (Quadro 2).

Quadro 2 – Aspectos da automação residencial e Potenciais Aplicações

ASPECTOS	POTENCIAIS APLICAÇÕES
Segurança	biometria para controle de acesso; fechaduras eletrônicas; monitoramento digital através de imagens; alarmes; prevenção de acidentes com sensores de gás, fumaça e inundação; simulação de presença; sensores de presença para sistemas de iluminação; etc.
Conforto	automatização de brises e cortinas móveis; aspiração central; cenários de iluminação; limpeza automática de piscina; portas e portões automáticos; botão de saída rápida que desliga todos os dispositivos; climatização; irrigação inteligente; transferência da campainha da porta para o telefone; etc.
Economia	sistema de controle no consumo de água; sistema automatizado de aproveitamento de água de chuva e reuso de águas cinzas ou negras, protetores de surto; tarifador de energia; controle de iluminação; etc.
Acessibilidade	todo equipamento que facilita o uso pela pessoa idosa, mesmo que já categorizado em outro aspecto, tais como controles de acesso, sensores de presença e movimento, controle de iluminação, sonorização e climatização por equipamentos como celulares, tablets, painéis ou comandos por voz, sistemas de motores e bombas.
Atividades de Vida Diária - AVDs	todos os equipamentos que possam facilitar o cotidiano dos idosos, tais como sistema de aspiração central, limpeza automática de piscina, irrigação inteligente, controle de chuveiro e banheira, sistema de mensagem interativa, monitoramento de gastos de insumos como energia e água e todos os sistemas que envolvem a segurança como prevenção, tais como sensores de fumaça, circuito fechado de TV.

Fonte: autores

3 METODOLOGIA

A pesquisa exploratória–descritiva é baseada em estudos de casos e utiliza o mapa comportamental; aplicação de questionários a uma amostra da população idosa e mapeamento de tecnologias existentes no mercado, através de pesquisa eletrônica.

3.1 Estudos de Caso

Para a realização dos estudos de casos, baseou-se na Psicologia Ambiental que, segundo Tibúrcio (2007), investiga as interações das pessoas com os ambientes, considerando suas percepções, suas atitudes e ações. Os estudos de caso foram realizados na modalidade coletiva que, segundo Gil (2002) tem como propósito estudar características de uma população, sendo as unidades-caso selecionadas por acreditar que, por meio delas, torna-se possível o entendimento do universo a que pertencem.

Para registro dessas interações utilizou-se o mapa comportamental que, segundo Zeisel (1984) consiste em registrar informações observadas sobre a planta do local, permitindo o registro de várias ilustrações produzidas durante a sessão de observação.

Os mapas comportamentais realizados nos estudos de caso tiveram como objetivo registrar a movimentação da pessoa pela residência, as atividades realizadas e a consequente interação com o ambiente, mobiliário e equipamentos, além de identificar as tecnologias existentes na residência. Tais observações foram realizadas entre os meses de março e abril de 2014 e, pela disponibilidade das pessoas, as observações ocorreram em período de uma tarde ou uma manhã. Para definição da unidade caso, buscou-se identificar características que seriam do indivíduo típico desta pesquisa, a saber:

- Ter idade maior ou igual a 60 anos;
- Ser morador de residência uni ou multifamiliar, não sendo aceitos os moradores de casa de repouso, asilos, etc.;
- Não ser indivíduo acamado.

3.2 Questionários

O questionário teve como foco estratégico o levantamento de dados sobre a caracterização do idoso respondente; a satisfação do idoso em relação à acessibilidade em sua residência; satisfação do idoso em relação à sua capacidade de realizar as Atividades da Vida Diária e o entendimento, conhecimento ou desejo em ter as tecnologias para automação residencial.

As questões foram agrupadas em 4 blocos, sendo o primeiro com questões que avaliam a acessibilidade e segurança da residência. Estas questões foram formuladas a partir das observações feitas durante a realização dos estudos de caso e objetivaram a confirmação destas observações.

O segundo bloco foi referente às AVDs, considerando as atividades que possuem relação com a acessibilidade e mobilidade do idoso. Objetivaram verificar se existe relação entre as AVDs com outras situações, tais como a acessibilidade e a incidência de quedas.

O terceiro bloco foi uma relação de tecnologias destinadas à automação residencial, para que os idosos indicassem quais delas eles conhecem, possuem ou desejam possuir. Objetivou avaliar as demandas pelas tecnologias existentes e verificar se existe relação da aplicação da tecnologia com questões de acessibilidade, AVDs e incidência de quedas.

O último bloco de perguntas é uma caracterização do respondente, com a finalidade de identificar perfis e verificar relações destes com questões de acessibilidade, AVDs ou incidência de quedas.

Do total de 170 questionários, obteve-se 145 respondidos. As respostas foram analisadas estatisticamente utilizando o software estatístico SPSS Versão 15.0 ®, 2010. As variáveis do questionário foram divididas em dois grupos: quantitativas contínuas (referente à idade) e qualitativas dicotômicas (referentes ao sexo, forma de moradia, atividades da vida diária, entre outros). Em seguida foi realizada estatística descritiva e exploratória dos dados utilizando frequências absolutas (n), frequências relativas (%), medidas de tendência central (média) e medidas de dispersão (desvio padrão).

Para a análise comparativa das características das variáveis qualitativas dicotômicas, foram geradas tabelas de contingência 2x2 contendo as frequências absolutas (n) e relativas (%). Para verificar a associação entre as variáveis realizou-se o Teste do Qui-Quadrado de Independência (sem correção). O nível de significância para este é p-value ≤ 0,05 para Intervalo de Confiança (IC) de 95%.

Frequentemente, é usada uma medida que traduz a associação entre as variáveis. A medida de ocorrência obtida neste estudo foi a prevalência, sendo assim, empregou-se como medida de associação o Odds Ratio de prevalência (OR de prevalência ou RCP= Razão de Chances Prevalentes). Por essa medida, é possível expressar a chance de um evento estar associado a outro.

3.3 Mapeamento Tecnológico

Nesta pesquisa, buscou-se a descrição das características das tecnologias para automação residencial, tendo como foco estratégico identificar as tecnologias para automação residencial que possam atender às necessidades relativas à acessibilidade da pessoa idosa e identificar e categorizar as áreas de atuação destas tecnologias.

Este mapeamento ocorreu com base nas informações disponibilizadas em *sites* de todas as empresas de fabricação, venda ou projetos de automação residencial, membros da Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial – Aureside e seus parceiros.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

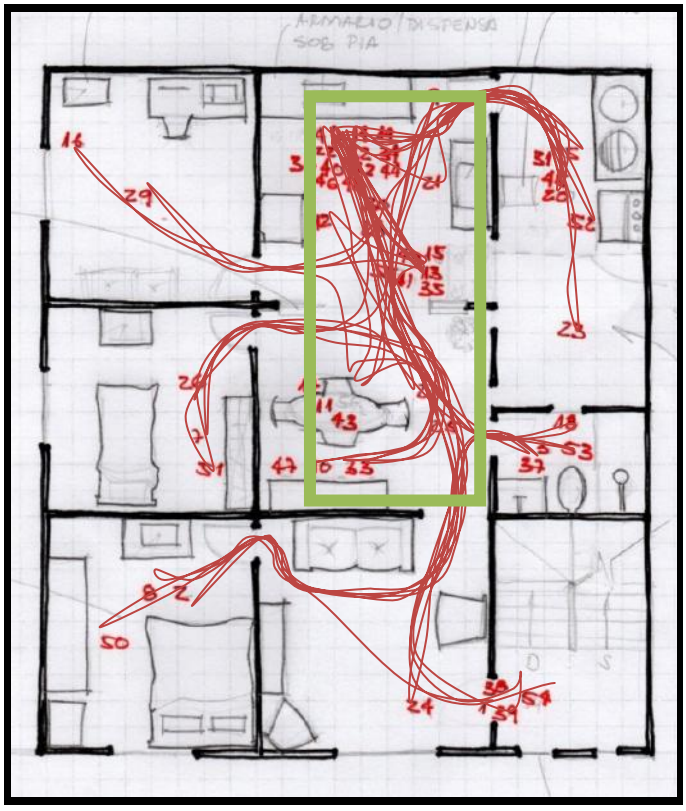
4.1 Análise dos Mapas Comportamentais

O mapa comportamental foi desenvolvido para registro gráfico da movimentação do idoso em sua residência, através do desenho da planta baixa em forma de croquis, e outros campos para observações, onde foram indicadas as dificuldades vivenciadas pelos idosos e observadas pelo pesquisador. Também, reservou-se espaço específico para o registro das tecnologias para automação residencial existentes no local. A partir da planta desenhada, a movimentação do idoso foi registrada indicando números sequenciais que representaram seu posicionamento. As observações foram durante o período de 4 horas, dependendo da disponibilidade do observado.

4.1.1 Movimentação dos Idosos em Suas Residências

Na primeira análise dos mapas, verificou-se a prevalência de "passar por" ou "permanecer" em determinados locais no percurso dos idosos no setor de serviço, principalmente a cozinha, conforme Figura 1. Esse caso é de uma senhora de 69 anos que mora sozinha. Sem problemas graves de saúde e muito ativa.

Figura 1 - Movimentação do idoso em um dos estudos de caso



Fonte: Os autores

A Tabela 1 apresenta a média de movimentação por setor, considerando

todos os estudos de casos realizados, indicando local onde o idoso mais permaneceu ou passou pelo espaço.

Tabela 1 - Média de movimentação dos idosos considerando os 05 casos

Setores	Média Serviço	Média Social	Média Íntimo
Média dos casos	40,64%	27,58%	31,78%

Fonte: Os autores

Para uniformidade da informação, os setores foram assim definidos:

- Setor íntimo: quartos, banheiros privados.
- Setor Social: sala de estar, sala de jantar, varandas / garagem.
- Setor de Serviço: cozinha, lavanderia.

4.1.2 Problemas Observados no Cotidiano dos Idosos

A segunda análise dos mapas decorreu das observações registradas e algumas delas foram consideradas como problemas no cotidiano dos idosos, envolvendo a acessibilidade arquitetônica, a acessibilidade instrumental, a mobilidade e a segurança dos moradores. Estes problemas gerais identificados em alguns casos são relatados abaixo.

- **Layout:** Atribuído como problema em acessibilidade arquitetônica, mobilidade e segurança, o layout mal pensado acarreta em riscos de queda, principalmente quando o ambiente é mal iluminado.
- **Desníveis:** Atribuídos como problemas em acessibilidade arquitetônica, mobilidade e segurança, os desníveis são utilizados normalmente por valor estético. No entanto, para o idoso que tem dificuldades em levantar as pernas normalmente, torna-se risco de queda ou uma barreira, como no caso de pessoas que se locomovem por cadeiras de rodas.
- **Dificuldade ao guardar utensílios:** Atribuída como problemas em acessibilidade instrumental, são agravadas pelos problemas nas articulações, comuns entre os idosos, dificultando os atos de agachar e levantar para guardar utensílios em armários baixos. A perda de força física pelos idosos também se torna um agravante, enquanto dificulta o uso dos armários altos.
- **Dificuldade em manusear alguns objetos:** Atribuída como problema em acessibilidade instrumental, é decorrente da perda de força e da acuidade visual, que dificultam o uso de alguns objetos, como os controles remotos para TVs e receptores de TV a cabo, os aparelhos celulares, xícaras e alguns objetos de maior peso.
- **Iluminação:** Atribuída como problema em acessibilidade arquitetônica, mobilidade e segurança, a iluminação não apresentou boas condições, seja natural ou não. A pouca iluminação dificulta a visão plena do idoso, que necessita mais luz para enxergar normalmente, dificultando sua movimentação pela residência e colocando-o em risco de acidentes.

4.2 Tecnologias Para Automação Residencial Como Solução Aos Problemas de Acessibilidade dos Idosos

O questionário realizado junto aos idosos apresentou uma questão onde foi solicitado que indicassem, a partir de uma lista de tecnologias apresentadas, quais dentre elas eles conheciam, possuiam ou gostariam de possuir. Esta indicação apresenta uma possível demanda pelas tecnologias. A partir da análise dos questionários utilizando a matriz Importância / Satisfação, foi possível apontar as atividades ou áreas em que os idosos apresentam os menores índices de satisfação. Além disto, os estudos de caso possibilitaram determinar problemas ou dificuldades sofridas pelos idosos em seu cotidiano.

O Quadro 3, a seguir, apresenta uma listagem destes três dados supracitados, apontando ainda, dentre as tecnologias relacionadas aos idosos no questionário, quais podem auxiliar em questões referentes aos atributos com as menores médias na avaliação de satisfação, quais as que atendem às necessidades observadas pelos estudos de caso e quais atendem às demandas de aquisição indicadas pelos idosos.

Por este quadro percebe-se que, dentre os atributos listados como os que os idosos estão menos satisfeitos, nem todos possuem alguma tecnologia de automação residencial diretamente ligada à sua melhoria.

Quadro 3 - Indicação das tecnologias que atendem aos problemas e demandas identificados pela pesquisa

Tecnologias	Questões com os menores índices de satisfação									Problemas ou dificuldades detectados pelos estudos de casos					Tecnologias que atendem as demandas dos idosos
	Sobre caminhar pela casa	Sobre o uso de escadas	Sobre guardar utensílios	Sobre os riscos de acidentes	Sobre procedimentos de segurança	Sobre limpar a casa	Sobre lavar roupas	Sobre fazer compras	Sobre o uso de aparelhos de telefone	Dificuldades ao guardar utensílios	Inadequação do lay-out	Desníveis	Dificuldade em manusear objetos	Má qualidade da iluminação	
Leitor Biométrico															X
Mensagens interativas															
Sensores de presença ou de movimento	X			X	X							X	X	X	X
Simuladores de presença															X
Central de vídeo					X										
Sensores de segurança				X	X										X
Central de segurança					X										
Controle do consumo de energia, água e gás															X
Climatização				X											
Controle à distância das lâmpadas, através de comando de voz	X			X						X		X	X	X	
Controle à distância das lâmpadas	X			X						X		X		X	
Controle à distância de equipamentos			X	X						X	X				

Fonte: Os autores

Limpar a casa, lavar roupas e fazer compras são atividades que naturalmente deixam de ser de responsabilidade do indivíduo com o avanço da idade e nãoapresentam tecnologias de automação residencial diretamente ligadas à estas tarefas.

O uso do telefone, assim como outros equipamentos com tecnologia, ainda configura barreira aos idosos, que evitam o uso ao máximo por não conseguirem ler normalmente as telas e não entenderem a lógica de funcionamento.

Subir e descer escadas, pode se resolver com aplicação de plataformas, elevadores ou até pelo uso de cadeiras elevatórias para escadas. Soluções relativamente simples, mas que, no entanto, não constam dentre os

disponíveis pelas empresas de automaçãoresidencial pesquisadas.

Dos atributos identificados através da observação direta nos estudos de caso, as tecnologias atendem de forma indireta. Lay-out, desníveis e iluminação podem ser beneficiados pelos sistemas de sensores ou acionamento à distância. Os riscos de quedas pelos idosos, causados por lay-out mal resolvido ou por não enxergarem os móveis ou desníveis à noite, podem ser diminuídos pelo acionamento automático das luzes.

Guardar os utensílios também é um problema que pode ser resolvido, mas não possui uma tecnologia diretamente aplicada. Existe a possibilidade de utilização dos sistemas motorizados, os mesmos usados para abertura e fechamento de cortinas, aplicados ao mobiliário, ajustando a altura das prateleiras dos armários na hora de guardar itens que estariam em locais altos ou baixos, fora da área de conforto.

Já as tecnologias tidas como demandas, demonstram que a preocupação maior dos idosos é pela segurança. Mesmo que esta não esteja em situação crítica em sua avaliação os problemas como quedas são recorrentes e preocupantes entre os idosos.

5 CONCLUSÕES

Foram identificadas algumas lacunas das tecnologias de automação residencial quanto à contribuição na solução dos problemas vividos pelos idosos. Entendemos tais lacunas como potenciais de atuação, com áreas em que existe demanda de atendimento ou problema a ser resolvido, mas que a tecnologia ainda não atende de forma concisa. Neste aspecto, foram identificadas algumas áreas em que existe o potencial de atuação, a saber:

- **Segurança (geral e contra riscos de acidente):** a tecnologia hoje é bastante avançada no quesito segurança, uma das principais demandas dos idosos, mas o uso de aparelhos eletrônicos é tido como barreira tecnológica. Desta forma, é necessário entender a necessidade do idoso, criando soluções com interfaces mais direcionadas às suas fragilidades.
- **A capacidade de subir e descer escadas:** uma limitação física que, somada aos prejuízos do corpo com o avanço da idade, à legislação da construção civil e ao mercado que ainda apresenta soluções de alto custo, a circulação vertical residencial torna-se potencial principalmente para casos da população de mais baixa renda.
- **Atividades Instrumentais da Vida Diária:** preparar comida, cuidar do próprio dinheiro, fazer compras, entre outros, são exemplos de áreas que necessitam de apoio da tecnologia, para auxiliar, principalmente, ao idoso que mora sozinho e carrega o ônus de ter que realizar todas as tarefas por conta própria.
- **O mobiliário:** os estudos de caso evidenciaram problemas relacionados à interação do idoso com o mobiliário. Já os questionários apontam para os riscos. Assim, sugerem-se algumas características a serem trabalhadas no mobiliário, a saber: maior interatividade com o usuário, visando a diminuição da necessidade de força ou habilidades manuais;

automatização de padrões de uso; uso de sensores para alerta de proximidade de situações de risco.

Com base no que foi apresentado sobre os potenciais de atuação da tecnologia e a resposta ao objetivo principal da pesquisa, considera-se que a tecnologia para automação residencial é adequada à solução de parte dos problemas do cotidiano vividos pelos idosos em suas residências. Mesmo que tenham sido detectadas lacunas, percebeu-se que as tecnologias para solucioná-las já são existentes, sendo possível a evolução em áreas específicas a fim de explorar a totalidade de seu potencial.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFV, ao Grupo de Pesquisa INOVA; aos sujeitos da pesquisa e à FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: ABNT, 2015.

BARBOSA, Luís Antônio Greno; QUALHARINI, Eduardo Linhares. **Edificações inteligentes:** pressupostos para o seu projeto de arquitetura. In: IV WBGPPCE 2004 - Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios. Rio de Janeiro

BARROS, Cybele Ferreira Monteiro de. **Acessibilidade:** orientações para bares, restaurantes e pousadas. Rio de Janeiro: Senac Nacional, 2012. 104 p.

BIANCHI, Siva; SILVA, Ivonice; SLAMA, Jules. Domótica: a tecnologia da informação aliada à economia de energia. In: VI ENCONTRO NACIONAL E III ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 2001, São Pedro. **Anais**... São Pedro, 2001.

BRASIL, **Decreto n. 5.296 de 02 de dezembro de 2004** – DOU de 03/12/2004. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2004 - 2006/2004/Decreto/D5296.htm>. Acesso: em 22 dez. 2012.

_____. **Lei n. 10.048 de 19 de dezembro de 2.000**. Dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L10048.htm>. Acesso em: 22 dez. 2012.

_____. **Lei n. 10.741 de 1º de outubro de 2.003**. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/L10.741.htm>. Acesso em: 22 dez. 2012.

DEBONI, Mariana Loureiro; ALVAREZ, Cristina Engel de; BISSOLI, Márcia. **Automação:** uma ferramenta auxiliar na busca da sustentabilidade na construção civil. ELECS, VITÓRIA, 2011.

EDWARD, G., JAGGER , C., HARPER, W. A Review of Instrumental ADL Assessments for use with Elderly People. **Reviews in Clinical Gerontology**. v. 1, n. 68, p. 81-109, 1998.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de Pesquisa.** 4ª Ed. São Paulo: Atlas, 2002.

____. **Métodos e Técnicas de Pesquisa Social**. 6ª Ed. São Paulo: Atlas, 2008.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios – PNAD 2008**. Vol.29. Brasil. 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/trabalhoerendimento/pnad2008/brasilpnad2008.pdf>. Acesso em: 23 out. 2014.

MARTILLA, J. A.; JAMES, J. C. Importanc-performance analysis. **Journal of Marketing**, n. 9, p. 41-77, 1977.

MATSUKUMA, C. M. O.; HERNANDEZ, J. M. C. Escalas e métodos de análise em pesquisa de satisfação de clientes. **Revista de Negócios.** Blumenau, v. 11, n.1, p. 48 – 65, jan./mar. 2006.

PANDOLFI, César. **Utilização da pesquisa de satisfação de clientes como ferramenta para decisões gerenciais e melhoria contínua.** Dissertação (Mestrado Profissional em Engenharia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2003.

SASSAKI, Romeu Kazumi. **Inclusão:** o paradigma do século 21. Revista Inclusão. ano I, n. 1, p. 19-23, out., 2005.

SECRETARIA MUNICIPAL DE URBANISMO/Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos/Secretaria Municipal de Saúde: **1ª Pesquisa sobre condições de saúde e vida dos idosos da cidade do Rio de janeiro**, 2006. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Urbanismo/Instituto Municipal de Urbanismo Pereira Passos/Secretaria Municipal de Saúde; 2006. 280 p. il., mapas.

SOUZA, Sandro Ferreira de. **A Contribuição da Automação Residencial na Solução de Problemas de Acessibilidade no Cotidiano do Idoso.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, 2005.

TIBURCIO, Túlio Márcio de Salles; SOUZA, Sandro Ferreira de. Tecnologias Assistivas Como Solução de Acessibilidade na Vida Cotidiana de Idosos. IN: **Arquitetura do Mar, da Terra e do Ar** – Arquitetura e Urbanismo na Geografia e na Cultura. v. 3. Lisboa: Ed. Academia de Escolas de Arquitetura e Urbanismo de Língua Portuguesa. Lisboa: 2014 436 p. il. ISBN: 978-150-2424-95-2.

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; **The impact of hich-tech learning environments on pupils' interactions.** 309p.: 2007. Tese (Doctor of Philosophy). School of Construction Management and Engeneering. The University of Reading. Reading, United Kingdom.

TONTINI, G.; SANT'ANA, A. J. Identificação de atributos críticos de satisfação em um serviço através da análise competitiva do gap de melhoria. **Gestão da Produção**, São Carlos, v. 14, n. 1, p. 43-54, jan./abr. 2007.

ZEISEL, J. (1984). **Inquiry by design:** Tools of environment-Behavior Research. Cambridge University Press, Cambridge.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

RELAÇÃO ENTRE O ESPAÇO DA SALA DE AULA, AS NOVAS TECNOLOGIAS E O ENSINO DE PROJETO DE ARQUITETURA[1]

TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles (1); BRAZ, Zoleni Lamim (2); NATALINO, Maria Luiza Rodrigues (3)

(1) UFV, email: tmst83@hotmail.com; (2) UFV, email: zoleni@yahoo.com.br; (3) UFV, email: malu.rodrigues.92@gmail.com

RESUMO

Novas tecnologias da informação e da comunicação estão presentes no mundo contemporâneo e vão se adentrando em todas as esferas das atividades humanas. As salas de aula vão se transformando devido a esta inserção tecnológica, sendo perceptíveis nas escolas de arquitetura. Esta pesquisa teve por objetivo investigar se as novas tecnologias demandam novos espaços e novas pedagogias, com foco no ensino de projeto de arquitetura. Este artigo apresenta resultados parciais finais desta pesquisa de mestrado. A metodologia utilizada na pesquisa foi baseada em estudos de casos, de caráter exploratório-descritivo, quali-quantitativo e comparativo, utilizando métodos de análise documental, mapeamento tecnológico e mapa comportamental e questionários. Os objetos de análise foram 3 salas de aula de projeto arquitetônico e 2 disciplinas de projeto arquitetônico com características diferentes quanto ao funcionamento e estrutura curricular. Resultados indicam que há tecnologias tradicionais e novas no ensino e no espaço das salas de aula de projeto. Esta pesquisa traz contribuições para a área de educação por identificar a necessidade de rever novas abordagens pedagógicas e para o ensino de projeto arquitetônico por levantar demandas de revisão dos espaços e repensar as dinâmicas da sala de aula.

Palavras-chave: nTICs. Ambientes de Aprendizagem. Ensino de Arquitetura.

ABSTRACT

New information and communication technologies are part of the contemporary world and are being used in all spheres of human activities. Classrooms are transformed due to this technological integration, being noticeable in architecture schools. This research had the objective of investigating whether new technologies demand new spaces and new pedagogies, focusing in design teaching. This paper presents part of final results of a master's research. The methodology used was based on case studies, being an exploratory and descriptive research, qualitative and quantitative and comparative by using a documental method, mapping of technology, behavioral mapping and questionnaires. The objects of analysis were 2 classrooms of architectural design and two design courses with different characteristics as to the operation and curriculum contents. The results show that there are traditional and new technologies used in the teaching process and in the space of the studio classrooms. This research brings contributions to the field of education by identifying the need to review new pedagogical approaches. To the design teaching it raises demands for the revision of the space and to rethinking of the dynamics of the classroom.

[1] TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; BRÀZ, Zoleni Lamim; NATALINO, Maria Luiza Rodrigues. Relação entre o Espaço da Sala de Aula, as Novas Tecnologias e o Ensino de Projeto de Arquitetura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2016, São Paulo. **Anais ENTAC**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: nTICs. Learning Environments. Architectural Education.*

1 INTRODUÇÃO

A sociedade contemporânea é caracterizada por Castells (1999) como sociedade "Informacional", "Global" e em "Rede". As nTICs geram impactos na dimensão espacial e em todos os aspectos das atividades humanas. Tibúrcio (2009) afirma que as nTICs impactam o ambiente da sala de aula e o processo ensino-aprendizagem tornando-os mais complexos. Isso é perceptível também em cursos de Arquitetura e Urbanismo, objeto dessa investigação, onde a geração de alunos nascidos na era "Informacional" tem as novas tecnologias como ferramentas na prática de projeto e busca de informações. Sendo assim, o objetivo desse artigo foi investigar se as novas tecnologias demandam novos espaços e novas pedagogias nas salas de aula e no ensino de projeto arquitetônico. Examinaram-se salas de aulas de dois cursos de Arquitetura e Urbanismo, em disciplinas de projeto II e IV para investigação das tecnologias utilizadas no processo de ensino aprendizagem de projeto. Identificou-se o uso de tecnologias tradicionais e novas tecnologias no espaço das salas de aula de projeto e no ensino, caracterizando um ensino híbrido, mas já apontando para uma fase de transição no uso das tecnologias com uma tendência mais tecnológica no processo de produção da arquitetura.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A arquitetura e as nTICs são fatores que se relacionam e impactam o processo ensino-aprendizagem. A combinação e adequação desses fatores podem trazer grandes benefícios às práticas pedagógicas, uma vez que contempla o novo paradigma da sociedade contemporânea.

Vygotsky (1998), afirma que, os inúmeros e diversos instrumentos utilizados pelas pessoas proporcionam mais produtividade em sua relação com o seu ambiente e maximizam as capacidades cerebrais de reflexão e ação. Kowaltowski (2011), afirma que a arquitetura escolar é o projeto de ensino por trazer em sua materialidade uma determinada concepção pedagógica. De acordo com Frago e Escolano (2001) Paulo Freire (1996), Slotta (2010) a arquitetura é educativa.

Tibúrcio (2009) pesquisou ambientes de aprendizagem na Inglaterra, identificando salas de aula estimulantes, flexíveis e ajustáveis para adequar-se a diferentes tamanhos e idades dos alunos. Tibúrcio, Gonzaga e Rocha (2013), identificaram que as tecnologias tradicionais de ensino estão pouco a pouco sendo substituídas pelas novas tecnologias. Nessa transição, Valente (2014), afirma que o ensino híbrido vem sendo implantado tanto no ensino fundamental quanto no ensino superior, principalmente no Canadá e nos Estados Unidos da América.

O ensino de arquitetura e urbanismo, em se tratando de tecnologias, enquadra-se nesse tipo de ensino híbrido por utilizar tecnologias novas e tradicionais, assim como nos espaços das salas de aula de projeto, há novas

e tradicionais tecnologias. As novas tecnologias, o uso do computador *laptop* com *softwares* aplicados a arquitetura (*AutoCAD, SK-ketchup, Revit, Grasshopper, dentre* outros) tem sido inserido no processo de ensino aprendizagem.

Segundo Nardelli (2007), o projeto arquitetônico da arquitetura contemporânea ocorre por meio de ferramentas digitais proporcionando formas curvilíneas complexas. De acordo com Fracalossi (2013), a prática de projeto arquitetônico é computadorizada com tecnologia de última geração. Carvalho e Savignon (2012), argumentam que gabaritos, papel manteiga, régua T, esquadros e a tinta nanquim são tecnologias tradicionais que vem sendo pouco utilizadas no ensino de projeto. Entretanto, são importantes para o processo ensino-aprendizagem, pois o desenho manual possibilita o desenvolvimento dos traços pessoais de cada aluno. Segundo e Romano (2010) complementam que o processo ensino-aprendizagem e as salas de aula de projeto precisam ter novas e tradicionais tecnologias, uma vez que as tecnologias tradicionais são importantes para o aprendizado do aluno, possibilitando uma melhor compreensão do problema projetual.

Essas discussões demonstram a importância de refletir sobre os impactos que as novas tecnologias vêm causando nos espaços das salas de aula e no processo ensino-aprendizagem, nesse trabalho, as salas de aula e o ensino de projeto arquitetônico.

3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada, com abordagens qualitativa e quantitativa, foi baseada em estudos de casos. Os objetos de análise foram dois cursos de Arquitetura e Urbanismo com características diferentes em termos de tempo de funcionamento e estrutura curricular. No desenvolvimento da pesquisa foram utilizados os seguintes métodos: *análise documental, mapeamento tecnológico, mapa comportamental e questionários.*

A análise documental teve como objetivo identificar se a legislação que regulamenta o ensino aborda o uso da tecnologia no processo e quais as recomendações propostas. O mapeamento tecnológico foi feito para conhecer e identificar o cenário das salas de aula estudadas, mapeando as tecnologias existentes. Os mapas comportamentais foram produzidos para registrar o uso das tecnologias pelos alunos e professores. Os questionários foram aplicados para identificar a percepção dos alunos quanto ao uso da tecnologia no processo de ensino aprendizagem, no caso, de projeto de arquitetura.

Foram selecionadas 2 disciplinas (PII e PIV) de projeto arquitetônico nas duas escolas, para comparação das variáveis levantadas, que incluem o espaço da sala de aula, as tecnologias utilizadas pelos alunos e professores e o acompanhamento de aulas das disciplinas para identificar os modos de ensino.

Para coletar e sistematizar as tecnologias identificadas nas salas de aula de

projeto e no ensino, as tecnologias foram categorizadas em tradicionais, novas, móveis e fixas. Os resultados foram comparados institucionalmente, denominadas Instituição A (mais tempo de funcionamento do curso) e Instituição B (menos tempo de funcionamento do curso).

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Análise Documental

Os documentos levantados e analisados partiram das legislações mais abrangentes até as direcionadas ao curso de Arquitetura e Urbanismo. O Quadro 1, mostra os resultados do levantamento documental.

Quadro 1 - Resultados do Levantamento Documental

LEIS ABRANGENTES	
LDB/1996 PNE 2014 DC.CAU/2010	Incentivo a pesquisa em ciência e tecnologia para o desenvolvimento do país
LEIS E DOCUMENTOS DIRECIONADOS AO CURSO DE ARQUITETURA E URBANISMO DOS ESTUDOS DE CASOS	
PPP INSTITUIÇÃO A/2004	Aborda nTICs, computadores, softwares, internet, datashows, projetor de slides, tela de projeção, tela de projeção e máquina fotográfica; Aborda tecnologias tradicionais, livros, quadro verde, giz, trenas, papel, esquadros, tesouras, papelões e cola para o ensino;
PPP INSTITUIÇÃO B/2008	Aborda nTICs, instrumentos de informática aplicados a arquitetura e urbanismo, filmes e imagens virtuais; Maquete e modelagem são abordadas.
PII INSTITUIÇÃO A/2014	Aborda nTICs, o laptop. Aborda tecnologias tradicionais, maquete física, cadernos para croquis, papel manteiga, lapiseira grossa e/ou lápis de várias durezas, escalímetro, esquadros, compasso, lápis e canetas coloridas, isopor, papeis e materiais de texturas, cores e durezas variadas, cola, fitas adesivas e estilete.
PII INSTITUIÇÃO B/2014	Maquetes, croquis, artigos científicos, resenhas, capítulos de livros e textos jornalísticos. Não aborda se são físicos ou eletrônicos.
PIV INSTITUIÇÃO A/2014	Softwares.
PIV INSTITUIÇÃO B/2014	Aborda nTICs, os softwares, Internet, filmes, power point Caderno formato A3 croquis e livros (os livros não são explicitados se são eletrônicos ou digitais).

Fonte: Os autores

Das leis abrangentes a LDB é a que menos aborda as tecnologias. O PNE é a legislação que mais aborda as nTICs com foco nos níveis e modalidades de ensino diferentes dos níveis e modalidades de ensino a nível superior. A Resolução do DC.CAU é uma lei abrangente por direcionar os cursos de Arquitetura e Urbanismo do Brasil de maneira geral. O DC.CAU destaca a importância de o aluno conhecer os instrumentos de informática, a

modelagem e maquete (não especifica se é física ou eletrônica). De maneira geral a LDB, O PPP da Instituição A, aborda tecnologias tradicionais e nTICs. O PPP da Instituição B, aborda nTICs e aborda maquete e modelagem, mas não especifica se são físicas ou eletrônicas. Os Planos de Ensino da Instituição A, abordaram tecnologias tradicionais e nTICs. Os Planos de Ensino da Instituição B, abordaram tecnologias tradicionais e nTICs. Os livros, maquetes, croquis (na disciplina de PII), artigos científicos, resenhas, capítulos de livros e textos jornalísticos não foram enfatizados se são fisícos ou eletrônicos.

4.2 Mapeamento Tecnológico

O mapeamento tecnológico é um registro do cenário de tecnologias existentes nos ambientes investigados. No Quadro 2, podem ser observados os resultados das tecnologias identificadas nos espaços das salas de aula de projeto. A sala de aula da Instituição A, foi denominada nessa pesquisa de Sala α, as da Instituição B, foram denominadas β e γ.

Quadro 2 – Tecnologias Identificadas nas Salas de Aula de Projeto

CATEGORIZAÇÃO DAS TECNOLOGIAS IDENTIFICADAS				
SALA DE AULA	TECNOLOGIAS TRADICIONAIS		NOVAS TECNOLOGIAS	
	MÓVEIS	FIXAS	MÓVEIS	FIXAS
Sala de Aula α Instituição A	Giz	Quadro negro	Tela projeção	Internet ponto
	Retroprojetor	Quadro branco	Internet wireless	
		Régua paralela		
Sala de Aula β Instituição B				
		Quadro branco	Internet wireless	Datashow
		Régua paralela		
Sala de Aula γ Instituição B				
		Quadro branco	Internet wireless	Datashow
		Régua paralela		Tela de projeção

Fonte: Os autores

Nos três espaços das salas de aula das Instituições A e B, foram identificadas tecnologias tradicionais e novas. Em todas as salas de aula há *internet* móvel (wireless) e novas tecnologias relacionadas à projeção. Foram identificadas tecnologias tradicionais bastante conhecidas nas instituições de educação formal[2] como o giz, o quadro branco e o quadro negro. Em todas as salas de aula foram encontradas réguas paralelas. Embora houvesse novas tecnologias (*internet*, *datashow*, tela de projeção) nas salas de aula, sua configuração espacial permanecia, geralmente, inalterada. As pranchetas encontravam-se enfileiradas e a forma espacial retangular. Em algumas aulas houve modificação do layout. A Instituição A, fez adaptação na sala de aula para inserir tomadas para atender a demanda do uso do *laptop* pelos alunos. Na Instituição B, foram inseridas novas tecnologias como mostra o Quadro 2. Entretanto, a quantidade de tomadas, na Sala de Aula β (4) e na Sala de Aula γ (2), é insuficiente para atender a demanda do uso do *laptop* e outras ferramentas tecnológicas. A Figura 1 representa as salas de

[2] Instituições legítimas de educação (MORAN, 2012).

aulas estudadas.

Figura 1 – Salas de Aula de Projeto

(a) Sala de aula α (b) Sala de aula β (c) Sala de aula γ



Fonte: Acervo Zoleni Braz, 2014

Outras tecnologias móveis estão disponíveis nos departamentos para uso, mas não foram observadas nos espaços das salas de aula. São equipamentos agendáveis para uso pelos professores e alunos. Incluem televisão, câmeras fotográficas, filmadoras, quadro interativo, trenas eletrônicas, etc.

4.3 Mapa Comportamental

Foram realizadas 14 observações totalizando em 58 mapas comportamentais na Instituição A e 13 observações na Instituição B totalizando em 41 mapas comportamentais. O mapa comportamental foi realizado para identificar o comportamento dos usuários em relação ao uso de tecnologias no ensino de projeto. Na Instituição B, a carga horária de aulas (6 horas) era menor que na Instituição A (8 horas).

A Tabela 1 apresenta os resultados das novas tecnologias identificadas nas disciplinas PII e PIV das Instituições A e B.

Tabela 1 – Novas Tecnologias Identificadas no Ensino de Projeto

Novas Tecnologias	PROFESSORES		ALUNOS	
	Instituição A Números de Eventos	Instituição B Números de Eventos	Instituição A Números de Eventos	Instituição B Números de Eventos
Laptop	2	8	504	141
Smartphone	12	13	234	153

Fonte: Os autores

As novas tecnologias mais utilizadas pelos alunos foram o *laptop* e o *smartphone*. Na Instituição B, o *smartphone* foi utilizado, principalmente, quando havia utilização do *datashow* pelos professores nas aulas expositivas. As nTICs mais utilizadas são aquelas que já fazem parte do cotidiano dos usuários, o *laptop* e o *smartphone*. O *laptop* e os computadores de maneira

geral fazem parte do profissional e do graduando em arquitetura e urbanismo.

A Tabela 2 aborda as tecnologias tradicionais mais utilizadas. Nas Instituições A e B, tanto professores quanto alunos, utilizaram mais as lapiseiras no ensino de projeto. O papel manteiga que é tecnologia tradicional bastante utilizada nas disciplinas de projeto, foi a mais utilizada apenas pelos alunos da Instituição A. As demais tecnologias tradicionais muito encontradas no ensino de projeto arquitetônico, gabaritos, compasso, réguas paralelas, esquadros, trenas, cola, calculadora científica e isopor foram pouco utilizados nas observações realizadas para a produção dos mapas comportamentais.

Tabela 2 – Tecnologias Tradicionais Identificadas no Ensino de Projeto

PROFESSORES			
TECNOLOGIAS TRADICIONAIS MAIS UTILIZADAS	INSTITUIÇÃO A NÚMERO DE EVENTOS	TECNOLOGIAS TRADICIONAIS MAIS UTILIZADAS	INSTITUIÇÃO B NÚMERO DE EVENTOS
Lapiseiras	31	Lapiseiras	18
Caneta	18	Papel Branco	12
Papel Branco	13	Caneta	10
ALUNOS			
TECNOLOGIAS TRADICIONAIS MAIS UTILIZADAS	INSTITUIÇÃO A NÚMERO DE EVENTOS	TECNOLOGIAS TRADICIONAIS MAIS UTILIZADAS	INSTITUIÇÃO B NÚMERO DE EVENTOS
Lapiseiras	273	Lapiseiras	40
Papel Manteiga	105	Caneta	29
Borracha	52	Caderno	22
Caneta	49		
Escalímetro	39		
Caderno	38		

Fonte: Os autores

4.4 Questionário

Os alunos apontaram, através dos questionários, as tecnologias novas, tradicionais, móveis e *softwares* utilizados por eles e pelos professores no ensino de arquitetura. Algumas questões respondidas pelos professores foram anuladas por motivo de ambiguidade. A partir da Tabela 7, há Também os resultados das respostas dos professores. A Tabela 5 apresenta os resultados das novas tecnologias mais utilizadas.

Os resultados da Tabela 3 mostram o uso das tecnologias direcionadas à informática. Os alunos da Instituição B utilizaram a *internet* e o *laptop* praticamente com a mesma frequência. Os alunos da Instituição A, utilizaram muito a *internet* e depois o *laptop*. Infere-se que o acesso à *internet* possa ter sido feito pelo *smartphone* também. Na percepção dos alunos o l*aptop* foi à tecnologia mais utilizada por professores da Instituição A e B. Quando foi perguntado se além das novas tecnologias listadas os alunos apontariam outras, 1 aluno da Instituição B, apontou o *YouTube* e *datashow*.

Tabela 3 – Novas Tecnologias mais Utilizadas na Percepção dos Alunos

NOVAS TECNOLOGIAS MAIS UTILIZADAS	Você Utilizou na Disciplina		O Professor Utilizou nas Aulas (no semestre)	
	Sim %	Não %	Sim %	Não %
Internet Pesquisa				
Instituição A	97,30	0	45,95	51,35
Instituição B	93,94	3,03	60,61	33,33
Laptop				
Instituição A	94,59	2,70	75,68	18,92
Instituição B	93,94	0	90,91	0
Emails				
Instituição A	81,08	16,22	45,95	43,24
Instituição B	90,91	3,03	63,64	30,30
Pendrive				
Instituição A	81,08	16,22	40,54	51,35
Instituição B	90,91	3,03	66,67	27,27
Redes sociais, facebook, etc				
Instituição A	81,08	16,22	40,54	48,65
Instituição B	72,73	24,24	48,48	48,48
Computador desktop				
Instituição A	40,54	59,46	24,32	70,27
Instituição B	69,70	27,27	57,58	36,36

Fonte: os autores

Assim como nos resultados dos mapas comportamentais, as novas tecnologias mais utilizadas pelos alunos e professores na percepção dos alunos são as nTICs.

A Tabela 4 mostra os resultados das tecnologias tradicionais mais utilizadas.

Tabela 4 – Tecnologias Tradicionais mais Utilizadas na Percepção dos Alunos

TECNOLOGIAS TRADICIONAIS MAIS UTILIZADAS	Você Utilizou na Disciplina		O Professor Utilizou nas Aulas (no semestre)	
	Sim %	Não %	Sim %	Não %
Lapiseiras				
Instituição A	100	0	89,19	8,11
Instituição B	63,64	33,33	45,45	51,52
Borrachas				
Instituição A	94,59	5,41	37,84	62,16
Instituição B	57,58	39,39	21,21	75,76

Fonte: os autores

As tecnologias tradicionais mais utilizadas no ensino de projeto foram semelhantes as dos mapas comportamentais. Na Instituição A e B, os alunos responderam que utilizaram lapiseiras e borrachas. Quanto ao uso das tecnologias tradicionais pelos professores na percepção dos alunos, a

Instituição A, obteve maior frequência e na Instituição B, 45,45% dos alunos responderam que a lapiseira foi a tecnologia tradicional mais utilizada pelo professor.

A Tabela 5 apresenta os resultados das tecnologias móveis mais utilizadas.

Tabela 5 – Tecnologias Móveis mais Utilizadas na Percepção dos Alunos

TECNOLOGIAS MÓVEIS MAIS UTILIZADAS	Você Utilizou na Disciplina		O Professor Utilizou nas Aulas	
	Sim %	Não %	Sim %	Não %
Datashow				
Instituição A	70,27	29,73	89,19	10,81
Instituição B	69,70	24,24	90,91	9,09
Câmara celular				
Instituição A	67,57	29,73	21,62	78,38
Instituição B	45,45	51,52	15,15	84,85
Câmara digital				
Instituição A	59,46	40,54	18,92	81,08
Instituição B	48,48	48,48	24,24	72,73

Fonte: Os autores

Das tecnologias móveis mais utilizadas pelos alunos e professores, na percepção dos alunos, o *datashow foi* o equipamento mais utilizado no ensino de projeto observado. De acordo com os resultados das observações *in loco* para a realização dos mapas comportamentais, foi utilizado em aulas expositivas e no caso da Instituição B, em apresentações de trabalhos feitos pelos alunos. Os alunos de PII e PIV da Instituição A, utilizaram mais a câmara celular e a câmara digital do que os alunos da Instituição B.

A Tabela 6 apresenta os softwares mais utilizados.

A Tabela 6 – Tecnologias Softwares Mais Utilizadas na Percepção dos Alunos

TECNOLOGIAS SOFTWARES MAIS UTILIZADAS	Você Utilizou na Disciplina		O Professor Utilizou nas Aulas	
	Sim %	Não %	Sim %	Não %
SketchUP				
Instituição A	86,49	13,51	5,41	91,89
Instituição B	96,97	0	24,24	66,67
AutoCAD				
Instituição A	91,89	8,11	18,92	78,38
Instituição B	87,88	6,06	18,18	72,73

Fonte: Os autores

A porcentagem dos alunos que responderam sobre a utilização de *software* pelos professores nas disciplinas pesquisadas foi baixa. Isso é esperado nas disciplinas de projeto, pois as ferramentas para a produção do projeto são atividades dos alunos. Não está em julgamento aqui se o professor sabe ou não utilizar. Os *software* mais utilizados pelos alunos nas disciplinas de projeto

foram o *SketchUP* e o *AutoCAD*. Os alunos da Instituição A, utilizaram mais o *AutoCAD* e os alunos da Instituição B utilizaram mais o *SketchUP* nas disciplinas investigadas. Quando foi perguntado se além dos *softwares* listados os alunos apontariam outros, 1 alunos da Instituição A e 1 da Instituição B responderam o *Ilustrator*, software de editoração, mais utilizado para apresentação de projetos.

A Tabela 7 mostra os resultados dos impactos das novas tecnologias no ensino numa sociedade informacional, digital e globalizada; segundo a percepção dos alunos e dos professores.

Tabela 7 - Impactos das novas Tecnologias no Ensino na Percepção de Professores e Alunos

Professores				
Instituição	Mudam a mancira de ensinar %	Mudam a mancira de aprender %	Demanda novos espaços %	Não impactam %
Instituição A	100	80	60	0
Instituição B	75	75	25	0
Alunos				
Instituição	Mudam a maneira de ensinar %	Mudam a maneira de aprender %	Demanda novos espaços %	Não impactam %
Instituição A	97,3	89,19	72,97	0
Instituição B	96,97	93,94	75,76	0

Fonte: Os autores

Na percepção dos professores da Instituição A e B, as novas tecnologias impactam a maneira de ensinar e aprender. Na Instituição A, a porcentagem que afirma o impacto das nTICs foi maior. Na percepção dos alunos das Instituições A e B, os impactos das nTICs ocorrem na maneira de ensinar, de aprender e demanda novos espaços. Esses resultados demonstram que o processo ensino-aprendizagem e os espaços das salas de aula precisam ser repensados de maneiras a otimizar a qualidade das práticas pedagógicas e dos espaços de ensino em meio a uma sociedade com tecnologias cada vez avançadas. Isso aponta para a necessidade de se pensar em novas pedagogias. Identificou-se que já existem novas abordagens pedagógicas, mas ainda não caracterizadas como uma nova pedagogia.

A Tabela 8 apresenta os resultados relacionados à adequação do espaço da sala de aula de projeto para o processo ensino-aprendizagem.

Tabela 8 – A Adequação do Espaço da Sala de Aula
Professores e Alunos

Professores					
Instituição	Concordo Plenamente %	Concordo %	Não Concordo e nem Discordo %	Discordo %	Discordo Totalmente %
Instituição A	0	0	20	60	20
Instituição B	0	25	25	50	0
Alunos					
Instituição	Concordo Plenamente %	Concordo %	Não Concordo e nem Discordo %	Discordo %	Discordo Totalmente %
Instituição A	0	40,54	27,03	29,73	2,7
Instituição B	9,09	15,15	21,21	45,45	9,09

Fonte: Os autores

De acordo com os respondentes, quando perguntados se a sala de aula era adequada, na percepção dos professores, a maioria (80%) considerou o espaço da sala de aula de projeto é inadequado para o processo ensino-aprendizagem. Já na percepção dos alunos, a resposta, "Concordo", foi a mais respondida pelos alunos da Instituição A. Na Instituição B, a resposta mais frequente foi "Discordo". Infere-se que uma das razões para os alunos da Instituição B discordarem da adequação do espaço da sala de aula, foi por motivo da insuficiência de instalação de tomadas que dão suporte ao uso de tecnologias, como o computadores e smartphones.

5 CONCLUSÕES

Os resultados da investigação mostram que a maioria das nTICs inseridas nas disciplinas de projeto arquitetônico, nos casos investigados, estão ainda relacionadas às ferramentas de informática, mais especificamente o *laptop* e os *softwares* aplicados à arquitetura e ao urbanismo. Tablets e smartphones começam a ser usados na sala de aula.

A tecnologia móvel mais utilizada é o *datashow*, bastante usada em aulas expositivas e trabalhos feitos pelos alunos. Porém, identificaram-se várias outras tecnologias móveis disponíveis para uso, como por exemplo, uma lousa digital, que não tem sido exploradas pelos professores. Outras tecnologias disponíveis com TVs, câmeras fotográficas, filmadoras cd players, trenas eletrônicas são consideradas quase que obsoletas uma vez que os smartphones e seus aplicativos substituem estes equipamentos.

Os *softwares* mais utilizados pelos alunos foram o *AutoCAD* e o Sketchup, que são utilizados na produção da arquitetura bastante conhecido no meio acadêmico e profissional. Mas identificou-se, através dos questionários, o conhecimento e possíveis usos (não na disciplina) de outros softwares como Revit, Grasshopper, Ilustrator, Photoshop, etc. Alguns desses são usados para o projeto, mas não dentro de sala de aula, para experimentações e apresentação dos projetos, sendo utilizados em atividades extraclasses.

Constatou-se que os ambientes investigados não apresentam inovações espaciais, contendo tecnologias ainda tradicionais e outras novas. Porém, adaptações estão sendo feitas para receber as novas tecnologias na sala de aula para atender essa sociedade caracterizada por avanços tecnológicos contínuos. As nTICs demandam novos arranjos espaciais e para uma perspectiva futura, demandará outros espaços.

Observaram-se algumas alterações na maneira de ensinar, com orientações mais eletrônicas e menos uso do papel. As nTICS começam a indicar a necessidade de novas abordagens pedagógicas, exigindo uma revisão do modo de ensinar e aprender por parte dos docentes.

Esta pesquisa traz contribuições para a área de educação por identificar a necessidade de se rever metodologias e pedagogias de ensino e para o ensino de projeto de arquitetura e urbanismo por levantar demandas de revisão dos espaços e de se repensar as dinâmicas da sala de aula.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo UFV, ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFV, ao Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFOP, ao Grupo de Pesquisa INOVA, aos sujeitos da pesquisa, à CAPES pela bolsa de estudos e à FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

_____. BRASIL. Lei n. 13.005, de 25 de junho de 2014. **Plano Nacional de Educação-PNE**. Lex: Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 17 jun. 2015.

_____. BRASIL. Lei n. 9394, de 20 de dezembro de 1996. Estabelece sobre as **Diretrizes e Bases da Educação Nacional-LDB.** Disponível em: <www.planalto.gov.br>. Acesso em: 17 jun. 2015.

CARVALHO, Ramon; SAVIGNON, Affonso. **O professor de projeto de arquitetura na era digital: desafios e perspectivas**. Gestão e Tecnologia de Projetos. V. 6, n. 2, 2012.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 6ª ed. v. 1. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO. **Resolução n. 2, de 17 de junho de 2010**: Institui as diretrizes curriculares nacionais do curso de graduação em Arquitetura e Urbanismo alterando dispositivos da Resolução CNE/CES nº 6/2006. Disponível em: <www.abea-arq.org.br>. Acesso em: 23 fevereiro de 2014.

ELALI, Glace; PINHEIRO, José. Analisando a experiência do habitar: algumas estratégias metodológicas. In: VILLA, Simone; ORNSTEIN, Sheila (Orgs). **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós- ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. P. 15-35.

FRACALOSSI, Igor. **Fundamentos da arquitetura contemporânea**, (2013). Disponível em: <www.archdalily.com.br>. Acesso em 25 de janeiro de 2015.

FRAGO, Antônio; ESCOLANO, Agustín. **Currículo, espaço e subjetividade: a arquitetura como programa.** Tradução de Alfredo Veiga-Neto. 2ª ed. Rio de Janeiro: DP&A, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários a prática educativa**. São Paulo: Paz e Terra, 1996.

ITTELSON, William; RIVLIN, Leanne; Harold, PROSHANSKY, H. El uso de mapas conductuales en la psicología ambiental. In: PROSHANSKY, Harold., ITTELSON, William., RIVLIN, Leanne. **Psicología ambiental: el hombre y su entorno físico**. México: Editorial Trillas, 1978.

KOWALTOWSKI, Dóris C.C.K. **Arquitetura escolar: o projeto do ambiente de ensino**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

NARDELLI, Eduardo. Arquitetura e Projeto na Era digital. **Arquiteturarevista**. V.3, n. 1, p. 28-36, 2007. Disponível em: <www.fec.unicamp.br>. Acesso em: 26 de Agosto de 2013.

SEGUNDO, Manoel; ROMANO, Elisabetta. O Computador e o Ensino de Projeto Arquitetônico: revisando a questão nos seminários projetar. TEMA, **Revista Eletrônica de Ciências**. v.10, nº 15, 2010.

SLOTTA, Jim. Evolving the classrooms of the future: the interplay of Pedagogy, technology and communit. In: MÄKITALO-SIEGL, Kati et.al. **Classroom of the future: orchestrating collaborative spaces**. v.3. Boston: Sense Publishers, 2010. P. 215-242.

TIBÚRCIO, T. O impacto de novas tecnologias nos ambientes de aprendizagem. **Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído**. São Carlos, SP: [s.n.]. 2009. p. 703-713.

TIBÚRCIO, Túlio; GONZAGA, Thiago; ROCHA, Karen**.** O espaço de aprender sob o olhar de novas tecnologias: avaliação de salas de aula de uma instituição federal de ensino. **Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído: Qualidade de Projeto na Era Digital Integrada**. Campinas, 2013.

VALENTE, José. Blended learning e as mudanças no ensino superior: a proposta da sala de aula invertida. **Educar em Revista**. Edição Especial, [s], n. 4, p. 79-97, 2014. Disponível em: <www.scielo.br>. Acesso em: 9 de setembro de 2015.

VYGOTSKY, Lev. **A formação social da mente: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores**. Tradução de José Cipolla Neto, Luís Silveira Menna Barreto, Solange Castro Afeche. 6ª ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A TOMADA DE DECISÃO NA PREVISÃO DA VIDA ÚTIL DE PROJETO PARA EDIFICAÇÕES MAIS SUSTENTÁVEIS[1]

FREITAS, Ludmila de Souza (1); SCHMID, Aloísio Leoni (2); SILVA, Roberto Caldeira (3)

(1) UFPR, e-mail: lud.s.freitas@gmail.com; (2) UFPR, e-mail: aloisio.schmid@gmail.com;
(3) UFPR, e-mail: rcaldeira@utfpr.edu.br

RESUMO

O crescente número de publicações sobre sustentabilidade nas edificações chama a atenção para a determinação da durabilidade dos componentes construtivos, que se pretende estender por toda a vida útil do projeto. Entretanto, percebe-se serem falhas as interações entre os componentes das edificações convencionais, uma vez que possuem diferentes ciclos de vida, manifestando-se uma situação de desperdício e obsolescência frente às dinâmicas mudanças sociais e tecnológicas. Diante deste raciocínio paradoxal, este trabalho visa descrever como a tomada de decisão no projeto determina a execução de edificações mais sustentáveis e adaptáveis às necessidades dos usuários. Para tanto, através de um estudo de caso, foi possível analisar o Ciclo de Vida Energético de cinco projetos desenvolvidos em sistemas construtivos diversos para um Módulo Escolar Emergencial, em diferentes cenários de vida de utilização. Foi possível observar que as edificações em sistemas construtivos menos convencionais demandaram um menor consumo energético ao longo de sua vida útil nos diferentes cenários, sendo que, em um cenário de longo prazo, as edificações apresentaram consumos com valores próximos. Assim, este trabalho visa contribuir na ênfase sobre a importância da tomada de decisão para projetos mais sustentáveis e da utilização de sistemas construtivos mais flexíveis frente às necessidades de adaptação.

Palavras-chave: Vida Útil de Projeto. Tomada de Decisão. Arquitetura efêmera. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The growing number of publications about the sustainability in buildings draws attention to the determination of physical durability of building components, which is intended to extend throughout the life of the design. However, the failures of the interactions between the components of conventional buildings are noticeable, since they have different life cycles, manifesting a waste and obsolescence situation, facing the dynamic social and technological changes. Facing this paradoxical reasoning, this paper aims to describe how decision-making in the design determines the execution of more sustainable and adaptable buildings to the needs of users. Therefore, through a case study was possible to analyse the Energy Lifecycle of five projects, which were developed in different building systems for an Emergency Academic Module, in different scenarios of use life. As results, the less conventional construction systems proved to demand less energy throughout lifetime at the different scenarios, and, in a long-term scenario, the buildings had closer energy use values. Thus, this work intends to contribute to the emphasis on the importance of decision-making to

[1]FREITAS, Ludmila de Souza; SCHMID, Aloísio Leoni; SILVA, Roberto Caldeira. A tomada de decisão na previsão da vida útil de projeto para edificações mais sustentáveis. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

more sustainable projects and the use of more flexible building systems front of adaptation needs.
***Keywords**: Design Use Life. Decision-making. Ephemeral Architecture. Sustainability.*

1 INTRODUÇÃO

Projetos de construções convencionais geralmente apresentam uma desproporção entre a vida de uso e o ciclo de vida dos materiais empregados nas edificações. A combinação de métodos dos sistemas construtivos existentes e atividades atuais do mercado, os quais resultam no encurtamento do tempo de utilização de edifícios, sistemas e componentes, se torna um grande desafio na necessária diminuição dos resíduos, materiais e uso de energia durante a fase de construção dos edifícios. A exaustão das matérias-primas e de energia, de maneira gradativa, obriga os governos, desenvolvedores, arquitetos e indústria da construção civil a reconsiderar os métodos atuais de construção (MACHADO, 2014).

Para Durmisevic (2006) o principal problema das edificações convencionais reside no fato de que os materiais utilizados não têm potencial de recuperação. Apesar dessa afirmação ser generalista, os métodos dos sistemas construtivos existentes utilizam apenas uma pequena porcentagem do potencial da durabilidade de materiais de construção, considerando o processo de demolição como o fim do ciclo da edificação. Para a autora, a principal questão da construção sustentável é como encontrar um equilíbrio entre a dinâmica crescente de mudanças, que está relacionado com o aumento do consumo de recursos, e os princípios fundamentais da engenharia sustentável.

Entretanto, é possível afirmar que é incipiente a atuação dos projetistas na adoção de parâmetros denominados como mais sustentáveis na decisão por materiais e métodos construtivos. Esta lacuna vem acompanhada da dificuldade na contemplação de princípios de sustentabilidade no processo de elaboração do projeto. (Fagundes, 2009; Martinez e Amorim, 2010). Para Medeiros (1999), raramente a tomada de decisão dos projetistas é baseada em critérios técnicos confiáveis, sendo mais comum considerar somente aspectos estéticos e econômicos na seleção de materiais e componentes.

Durmisevic (2006) menciona que, provavelmente, a natureza dos padrões de trabalho e de vida das pessoas irá mudar drasticamente ao longo do século XXI, de tal forma que a sociedade exigirá tipos de sistemas construtivos completamente novos a fim de atender às novas demandas. Além das mudanças dinâmicas no seio da sociedade, outro fator que indica a necessidade de uma forma alternativa de construção é o padrão de uso dos recursos naturais na indústria da construção - um padrão que provou ser insustentável.

Estruturas que possibilitam aspectos efêmeros através de configurações de montagem e fixação dos componentes projetados para tal fim, podem ser a chave para o equilíbrio entre as demandas contemporâneas sociais, de mercado, econômicas, e a sustentabilidade ambiental. Estes aspectos estão

incluídos nas diretrizes do Projeto para a Desmontagem, ou *Design for Disassembly* (*DfD*). O conceito de desmontagem vem em substituição à demolição, e orienta a tomada de decisão do projetista na previsão da vida útil do projeto, dos componentes e da facilidade do desmantelamento da construção, visando à reutilização dos materiais e a possível reciclagem (YEANG,2006).

Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo explorar e descrever como a tomada de decisão em projeto determina a execução de edificações mais sustentáveis, flexíveis e adaptáveis às necessidades dos usuários e às novas demandas, através da definição dos sistemas construtivos a serem adotados, da previsão da vida útil dos componentes, da manutenção, adaptação, desmontagem, reuso e reciclagem.

A aplicação do método da presente pesquisa apresentou vantagens quanto à utilização de sistemas menos convencionais (no contexto brasileiro), em relação ao consumo energético e as possibilidades de desmontagem, adaptação e reutilização de componentes.

Assim, foi possível discutir os resultados através de reflexões quanto aos impactos das decisões em projeto. Desta forma, este trabalho visa contribuir na ênfase sobre a importância da tomada de decisão em projeto, na determinação de aspectos da vida útil do edifício e sua destinação final, e na reflexão sobre a utilização de sistemas construtivos mais flexíveis e, possivelmente, desmontáveis, frente às necessidades de adaptação e minimização dos impactos ambientais.

2 MÉTODO

Utilizando-se de um estudo de casos múltiplos como procedimento técnico, o presente trabalho visa explorar de que forma os projetos podem prever edificações mais sustentáveis através da tomada de decisão do projetista a respeito de sua durabilidade técnica e conceitual.

2.1 Seleção dos Casos

Foram definidos como objetos de estudo cinco projetos para um Módulo Escolar Emergencial, os quais foram elaborados por cinco equipes de alunos de uma disciplina de pós-graduação. Os projetos foram desenvolvidos com intuito de abrigar novos cursos da universidade, os quais não disporiam de espaço físico para iniciar suas atividades. Para elaboração dos projetos, foram estabelecidos os seguintes critérios:

- Edificação térrea;
- Edificação desmontável e transportável;
- Autonomia energética (sistema fotovoltaico), sanitária e hidráulica;
- Iluminação e ventilação naturais adequadas;

No entanto, para que fosse possível fazer um comparativo de desempenho com modelos convencionalmente utilizados, uma das equipes elaborou um projeto em estrutura de concreto e alvenaria como sistema construtivo,

compreendendo materiais convencionais de uma construção de uso escolar, apenas seguindo o programa de necessidades e os parâmetros de dimensionamento dos ambientes.

Os projetos utilizados para este estudo de caso se relacionam no Quadro 1:

Quadro 1 - Relação dos projetos analisados

Projeto nº	Perspectiva	Sistema Construtivo
1		Concreto e Alvenaria
2		Wood Frame
3		Steel Frame
4		Container

5		Madeira

Fonte: Os autores

2.2 Unidade de Análise

A unidade de análise estabelecida para aplicação do método é o Ciclo de Vida Energético (CVE) das edificações.

Segundo Tavares (2006) o Ciclo de Vida Energético de uma edificação consiste em uma análise abrangente de impactos ambientais ao longo de seu ciclo de vida, priorizando o inventário de dados de consumo energético, diretos e indiretos.

Deste modo, o presente método visa analisar a Energia Total do ciclo de vida energético dos projetos apresentados em cada cenário de vida útil, a qual compreende o conjunto dos requisitos energéticos em uma abordagem do berço ao túmulo, segundo a terminologia da norma ISO 14040 (ABNT, 2001), para isso deve determinar os seguintes insumos energéticos:

a) Energia Embutida Inicial (*EEi*): é definida como o conjunto dos insumos energéticos, diretos e indiretos, utilizados para erguer a edificação;
b) Energia Operacional (*EO*): energia consumida na utilização de equipamentos ao longo da vida útil da edificação;
c) Energia Embutida de Manutenção (*EEmanutenção*): insumos energéticos provenientes de reformas, com consequente uso de materiais de construção e transporte (TAVARES, 2006).

2.3 Constatações do referencial teórico

Através da pesquisa bibliográfica sobre o tema foi possível a obtenção de um referencial teórico. Assim, foram definidas palavras-chave que possibilitaram a constatação de premissas as quais fundamentam e auxiliam na tarefa de validação do método proposto: Vida útil de projeto; Arquitetura efêmera; Ecodesign.

Os resultados obtidos que são relevantes para a fundamentação teórica foram sintetizados e relacionados, assim como as premissas constatadas ao longo da pesquisa, conforme a Tabela 1:

Tabela 1: Principais conceitos e premissas da fundamentação teórica

Palavra-chave	Principais conceitos	Premissas constatadas
Vida útil de projeto	Durabilidade Ciclo de vida e obsolescência Vida útil técnica x utilização Desconstrução	A sustentabilidade de um projeto está relacionada à previsão da vida de utilização; A desconstrução é uma alternativa à demolição quanto à geração de resíduos
Arquitetura efêmera	Conceito de efemeridade Estruturas flexíveis	Estruturas efêmeras são uma solução à arquitetura contemporânea, pois são capazes de acompanhar as mudanças sociais e econômicas.
Ecodesign	Tomada de decisão Modulação Projeto para Desmontagem Reuso, reciclagem, manutenção e adaptação Ciclo de Vida Energético	A tomada de decisão do projetista na aplicação de princípios de modulação, desmontagem, reuso e reciclagem de componentes em um projeto tem grande impacto na concepção de edificações mais sustentáveis; A determinação do Ciclo de Vida Energético possibilita a comparação de consumo de energia e a otimização da energia operacional do edifício.

Fonte: Os autores

As premissas constatadas no referencial teórico foram consideradas na aplicação do método, influenciando na análise dos resultados e nas conclusões.

3 APLICAÇÃO

Como já descrito anteriormente, o estudo se utilizou de cinco projetos de um Módulo Escolar Emergencial na aplicação do método, que visa compreender a relação entre a durabilidade conceitual (de utilização) e a durabilidade material (técnica) das edificações e como a tomada de decisão do projetista implica na sua sustentabilidade ambiental.

A fim de possibilitar a avaliação do Ciclo de Vida Energético (CVE) de cada projeto selecionado, foram relacionadas as composições dos materiais escolhidos para cada etapa de projeto, conforme a

Tabela 2:

Tabela 2 - Materiais e características dos projetos

Sistema Construtivo/Etapa	Alvenaria	Wood Frame	Steel Frame	Container	Madeira
Fundação	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto	Sapatas de Concreto

Estrutura	Concreto armado	Perfis em Pinus autoclavado	Perfis de aço galvanizado	Alojamento metálico tipo conteiner	Peça de madeira eucalipto
Cobertura	Laje em concreto	Telha térmica metálica	Telha térmica metálica	Alojamento metálico tipo conteiner	Placas de eucalipto
Fachada	Emassamento tinta acrílica	Siding vinílico	Telha térmica metálica	Alojamento metálico tipo conteiner	Peça de madeira eucalipto
Paredes Externas	Blocos cerâmicos	Painéis em OSB	Placa cimentícia	Placa cimentícia	Peça de madeira eucalipto
Portas	Madeira Tauari	Madeira Itaúba	Madeira Itaúba	Alumínio	Madeira maciça eucalipto
Janelas	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Alumínio	Madeira maciça eucalipto

Fonte: Os autores

A tabela acima representa os materiais definidos pelas equipes de alunos para cada projeto, os quais foram relacionados por etapas de construção pelos autores, para fins de padronização.

3.1 Determinação do ciclo de vida técnico

Para a determinação do ciclo de vida técnico de cada edificação, foi estimada a expectativa de vida dos componentes de cada etapa da construção, as quais estão apresentadas na Tabela 3. Os valores estimados foram baseados nos dados da *InterNACHI (International Association Of Certified Home Inspectors*):

Tabela 3 - Determinação do ciclo de vida técnico para cada etapa dos projetos (em anos)

Etapas	**Alvenaria**	**Wood Frame**	**Steel Frame**	**Container**	**Madeira**
Fundação	100	100	100	100	100
Estrutura	100	100	100	100	100
Cobertura	100	60	60	100	40
Fachada	100	60	40	100	100
Paredes Externas	100	60	100	100	100
Esquadrias Tipo 1	30	30	30	20	30

Esquadrias Tipo 2	20	20	20	20	30

Fonte: Adaptado de *Internachi* (2016).

Deste modo, determinou-se uma estimativa da expectativa da vida útil técnica de cada edificação, através da média da durabilidade das principais etapas construtivas – fundação, estrutura, cobertura e paredes externas – apresentadas na Tabela 4 a seguir:

Tabela 4 - Determinação do ciclo de vida técnico para cada projeto (em anos)

Sistema Construtivo	**Expectativa de vida útil técnica (em anos)**
Alvenaria	100
Wood Frame	80
Steel Frame	90
Container	100
Madeira	85

Fonte: Os autores

3.2 Determinação do ciclo de vida de utilização

A determinação da vida de utilização de uma construção dependeria de inúmeros fatores, tais como a exposição às condições do clima, o tipo de uso e as exigências de modificações do usuário, seja por questões estéticas ou funcionais. Portanto, tal tarefa demandaria um profundo conhecimento do impacto do uso e do usuário da edificação, assim como de um método para determinação específica da durabilidade de uso de um projeto.

Contudo, como a temática ainda é pouco explorada pela literatura, não foi possível constatar métodos existentes que precisem essa informação. No entanto existem publicações de padrões normativos nacionais e internacionais que abordam a durabilidade de projeto, ou vida útil de projeto, o que se aproxima da abordagem sobre a vida conceitual da edificação, ou de utilização.

Desta forma, a presente pesquisa se utilizará dos parâmetros de vida útil de projeto, sugeridas pela norma canadense CSA S478-95 - *Guideline on Durability in Buildings*, conforme apresentadas na Tabela 5:

Tabela 5: Categorias de vidas úteis de projeto para edifícios, sugeridas pela norma CSA S478-95

Categoria	**Vida útil de projeto para edifícios**	**Exemplos**
Temporários	Até 10 anos	- Construções não permanentes, escritórios de venda. - Construções para exibições temporárias.
Curta duração	10 a 24 anos	- Salas de aulas temporárias.
Média duração	25 a 49 anos	- Maioria das construções industriais. - Maioria das construções para estacionamentos.
Longa	50 a 99 anos	- Maioria das construções habitacionais,

duração		comerciais, para escritórios e serviços.
Permanente	Período mínimo de 100 anos	- Monumentos (museus, galerias de arte e arquivos). - Patrimônio.

Fonte: Adaptado de CSA (1995)

Com base na Tabela 5 foi possível estabelecer diferentes cenários para simulação de desempenho dos projetos. Definiu-se que, para cada categoria estabelecida pela norma, seria adotado seu valor máximo para a vida útil prevista e, desta forma, cada categoria representa um cenário de vida útil diferente, conforme apresentado abaixo:

Quadro 2: Cenários de vida de utilização

Cenário 1	10 anos
Cenário 2	24 anos
Cenário 3	49 anos
Cenário 4	99 anos

Fonte: os autores

Deste modo, foi possível analisar o Ciclo de Vida Energético (CVE) de cada edificação para cada cenário determinado. Observa-se que, mesmo que o conceito inicial do projeto seja de caráter temporário/ emergencial, este estudo visa a comparação do desempenho dos diferentes sistemas construtivos através de cenários de vida útil diferentes, a fim de discutir o potencial de adaptação e impactos gerados para cada tomada de decisão do projetista.

Os resultados obtidos serão apresentados a seguir, assim como a análise e discussão dos resultados.

4 RESULTADOS

A fim de analisar o Ciclo de Vida Energético de cada projeto frente aos diferentes cenários de vida útil estabelecidos, foi realizada uma simulação analítica confrontando o Ciclo de Vida Técnico x Ciclo de Vida de Utilização.

Adotou-se, portanto, os valores já constatados de energia demandada por cada projeto, obtidos através simulação dos consumos das energias embutidas e operacionais, conforme Tabela 6:

Tabela 6: Consumo de energia por projeto

Sistema Construtivo	**EE Inicial (GJ)**	**EO (GJ/ano)**	**EE Manutenção (GJ)**
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66
Wood Frame	704,91	23,03	501,98
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90
Container	1.328,09	12,00	635,54
Madeira	703,47	27,95	731,55

Fonte: os autores

Desta forma, são apresentados os resultados do Ciclo de Vida Energético obtidos na vida útil de projeto para cada cenário:

Cenário 1: Temporário

Tabela 7 - Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 1

Ciclo de Vida Técnico						**Ciclo de vida de Projeto**	
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ ano (GJ)
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	10	380,23
Wood Frame	704,91	23,04	501,98	80	38,12	10	143,73
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	10	341,02
Container	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	10	208,36
Madeira	703,47	27,95	731,55	85	44,84	10	171,46

Fonte: os autores

Onde:
VUT: Vida Útil Técnica
VUP: Vida Útil de Projeto

Cenário 2: Curto prazo

Tabela 8: Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 2

	Ciclo de Vida Técnico					**Ciclo de vida de Projeto**	
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ ano (GJ)
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	24	170,71
Wood Frame	704,91	23,04	501,98	80	38,12	24	73,32
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	24	155,30
Container	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	24	93,82
Madeira	703,47	27,95	731,55	85	44,84	24	87,75

Fonte: os autores

Cenário 3: Médio prazo

Tabela 9: Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 3

Ciclo de Vida Técnico						**Ciclo de vida de Projeto**	
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ ano (GJ)

Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	49	94,35
Wood Frame	704,91	23,04	501,98	80	38,12	49	47,67
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	49	87,62
Container	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	49	52,08
Madeira	703,47	27,95	731,55	85	44,84	49	57,24

Fonte: os autores

Cenário 4: Longo Prazo

Tabela 10: Análise do Ciclo de Vida Energético para o Cenário 4

Ciclo de Vida Técnico						**Ciclo de vida de Projeto**	
Sistema Construtivo	EEinicial (GJ)	EO (GJ/ano)	EE Manutenção (GJ)	VUT (anos)	Energia Total/ ano (GJ)	VUP (anos)	Energia Total/ ano (GJ)
Alvenaria	3.221,10	21,05	370,66	100	56,97	99	57,33
Wood Frame	704,91	23,04	501,98	80	38,12	99	35,23
Steel Frame	1.907,78	22,65	1.275,90	90	58,02	99	54,81
Container	1.328,09	12,00	635,54	100	31,64	99	31,84
Madeira	703,47	27,95	731,55	85	44,84	99	42,45

Fonte: os autores

Verificou-se, através da análise das Tabelas 7, 8, 9 e 10, que os valores gerados da análise do Ciclo de Vida Energético apresentaram os seguintes resultados:

a) Com relação ao consumo de energia total (EEinicial, EO, EEmanutenção) observou-se que, a energia embutida inicial (EEinicial) corresponde a maior parcela do consumo em todos os projetos;
b) Observou-se que, os valores para o consumo energético anual diminuem conforme o aumento da vida útil da edificação, pois, como já descrito, a maior parcela de consumo refere-se à energia inicial, a qual é dividida pelo número de anos;
c) No Cenário 1, a edificação de alvenaria apresentou o maior consumo energético anual, para uma estimativa de vida útil de 10 anos de uso da edificação, o que corresponde a 221% do consumo energético do sistema em wood frame, que apresentou o menor consumo de energia por ano entre os projetos analisados;
d) A ordem do consumo energético de cada projeto, do maior para o menor respectivamente, se apresentou da seguinte maneira, conforme ilustra a Figura 1:

Figura 1 - Ordem de consumo energético apresentado por cada edificação, por *cenário de vida útil*

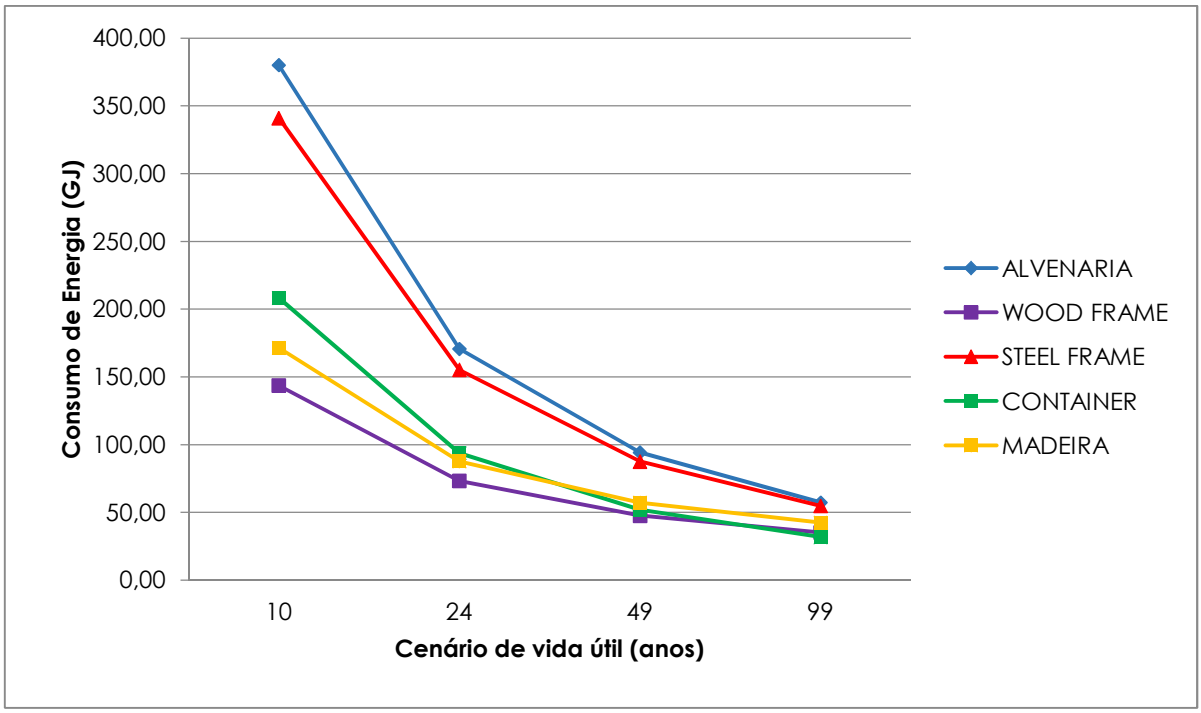


Fonte: os autores

e) Foi possível observar na Figura 3 que a edificação em alvenaria obteve o maior consumo energético em todos os cenários, representando o pior desempenho, enquanto a edificação em wood frame apresentou o menor consumo energético em três cenários, obtendo, deste modo, o melhor desempenho;

f) Desta forma, é possível demonstrar, em síntese, a média do consumo de energia anual por projeto, de acordo com cada cenário de vida útil estabelecido, através do gráfico apresentado na Figura 2:

Figura 2 – Gráfico do consumo energético anual por projeto de acordo com o cenário de vida útil



Fonte: os autores

5 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Diante dos resultados apresentados, foi possível observar que, em todos os cenários de vida útil estabelecidos, as construções em sistemas menos convencionais (no contexto brasileiro) apresentaram vantagens frente à estrutura mais usual de alvenaria, com relação ao consumo energético anual, principalmente no Cenário 1, de vida útil temporária. No entanto, em um cenário de vida útil de 99 anos (cenário 4), as edificações apresentaram valores de consumo energético anual próximos, o que significa que não há grandes vantagens em se utilizar uma estrutura menos convencional para este fim, se considerado apenas a sua eficiência energética, a disponibilidade no mercado e mão-de-obra.

Portanto, a fim de relacionar os resultados obtidos com a abordagem sobre a vida útil e a tomada de decisão em projeto, conforme as premissas do referencial teórico desta pesquisa, a utilização de uma estrutura em alvenaria e concreto, mesmo que em um cenário de tempo de vida longo, não permitirá a facilidade de adaptação, muitas vezes necessária frente às possíveis e prováveis novas demandas que surgem ao passar do tempo, resultando em demolição e geração de resíduos antes do fim de sua vida útil.

Deste modo, é possível compreender que, embora algumas técnicas construtivas, como a alvenaria, apresentem uma vida útil técnica (VUT) superior a 100 anos, esta durabilidade física se torna relativa se considerado a sua durabilidade conceitual, ou de uso, a qual está sujeita às adaptações inerentes às mudanças funcionais, tecnológicas e às necessidades dos

usuários.

Por outro lado, ao analisar as construções menos convencionais, observa-se que, ainda que passíveis de melhora, estas estruturas permitem uma maior flexibilidade e facilidade no acesso, manutenção e reposição de seus componentes por apresentarem menos materiais compósitos, e menos fixações por colagem.

Observa-se também que, particularmente no caso da edificação de container, esta estrutura advém de uma reutilização secundária, adaptada para um novo uso. Já as estruturas de madeira se utilizam, como matéria-prima principal, um recurso renovável.

Embora este método tenha sido aplicado em um contexto de uma edificação para uso escolar, no ponto de vista técnico, não se observou nenhuma restrição para que as análises feitas sejam aplicadas em outros contextos de uso.

Deste modo, a presente pesquisa espera preencher lacunas da literatura existente e enfatizar a discussão sobre os processos convencionais de construção, sobretudo no Brasil, propondo novas abordagens como soluções para o problema apresentado. Espera-se ainda incentivar novas pesquisas sobre a temática, a fim de auxiliar no desenvolvimento de novas soluções construtivas e de projeto, no sentido de beneficiar tanto o meio ambiente, quanto o mercado e a qualidade de vida das pessoas.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR ISO 14040 – Gestão Ambiental - Avaliação do ciclo de vida - Princípios e estrutura**. ABNT, 2001.

CANADIAN STANDARDS ASSOCIATION. **CSA S478-95: Guideline on Durability in Buildings**. Rexdale, Canada, 1995.

DURMISEVIC, E. **Transformable Building Structures: Design for disassembly as a way to introduce sustainable engineering to building design & construction**. Tese (doutorado). Universidade Técnica de Delft, Holanda, 2006.

INTERNACHI. **InterNACHI's Standard Estimated Life Expectancy Chart for Homes**. Disponível em: <www.nachi.org/life-expectancy.htm>. Acesso em: 9 fev. 2016.

FAGUNDES, C.M.N. **Contribuições para uma arquitetura mais sustentável**. Salvador, BA. Dissertação (Mestrado). Escola Politécnica - Universidade Federal da Bahia. Salvador, 2009.

MACHADO, R. C. **Sistema para avaliação do potencial de desconstrução e reutilização de estruturas de aço**. Tese (doutorado). Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto, 2014.

MARTINEZ, L.D.; AMORIM, S.R.L. de. Inserção de aspectos sustentáveis no projeto de arquitetura unifamiliar e capacitação de profissionais de arquitetura em Niterói. In: CONGRESSO NACIONAL DE EXCELÊNCIA EM GESTÃO: ENERGIA, INOVAÇÃO,

TECNOLOGIA E COMPLEXIDADE PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL, 6, Niterói. **Anais...** Niterói, 2010.

MEDEIROS, J. S. **Tecnologia e projeto de revestimentos cerâmicos de fachadas de edifícios**. Tese de doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. Tese (doutorado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.

YEANG, K. **Ecodesign: A Manual for Ecological Design**. London: Wiley-Academy, 2006.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

DESENVOLVIMENTO DE UM MODELO PARA COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES EM OBRAS DE REFORMA REFERENCIADO NA ABNT NBR 16280:2015[1]

Barbosa, Arthur César E. O. (1); ANDERY, Paulo Roberto (2)

(1) UFMG, e-mail: arthurottoni@gmail.com; (2) UFMG, e-mail: paulo@demc.ufmg.br

RESUMO

Este artigo apresenta a primeira etapa de um projeto de pesquisa, com a proposição de um modelo conceitual para gestão e coordenação do processo de projeto de edificações em obras de reforma, baseado nas exigências da norma NBR 16280:2015, e posterior avaliação por especialistas. O modelo foi proposto utilizando um referencial teórico sobre conceitos da engenharia simultânea e modelagem do processo de projetos, detalhando e definindo fluxo das fases, etapas e atividades necessárias para elaboração do plano de reforma, pré-requisito básico necessário para o início de qualquer obra de reforma. A avaliação atestou importância da interação dos temas na busca pela melhoria contínua do processo de planejamento, produção e execução de obras de reforma, além da relevância de continuidade da pesquisa.

Palavras-chave: Coordenação. Projetos. Reformas. Edificações.

ABSTRACT

The present work points out the results of the first stage of a research Project aiming the proposition and validation of an conceptual model for refurbishment building design process coordination based on the regulation requirements of the NBR16.280:2015. The model was outlined using the concepts of concurrent engineering and project process modeling, detailing phases, stages and activities in order to prepare the refurbishment plan, prerequisite to begin the construction works. Evaluation process set up the importance of themes interaction in search for continuous improvement in the planning process, production and execution of refurbishment, in addition the relevance of continuing the research.

Keywords: *Coordenation. Projects. Refurbishment. Buildings.*

1 INTRODUÇÃO

Processos de alterações nas edificações existentes ocorrem devido a uma série de dinâmicas econômicas e culturais, como a urbanização e crescimento dos grandes centros urbanos, além do próprio desgaste ou desatualização pelo tempo de construção e uso das edificações. Diante deste panorama, as obras de reforma em edificações

[1] BARBOSA, Arthur César E. O.; ANDERY, Paulo Roberto. Desenvolvimento de um modelo para coordenação de projetos de edificações em obras de reforma referenciado na ABNT 16280:2015. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais do XVI Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído.** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

particulares ou públicas, estão cada vez mais presentes no nosso cotidiano. Os intervenientes subjugam a complexidade do processo, que associada às particularidades destas obras, como a falta de informações dos sistemas e as interferências não previstas durante a sua execução, demandam um melhor diagnóstico inicial, o planejamento e a gestão dos processos de projeto e execução.

No intuito de disciplinar a gestão de obras de reforma, entrou em vigência em 2014 a norma técnica ABNT NBR 16280:2015 – Reforma em Edificações – Sistema de Gestão de Reformas – Requisitos, que estabelece requisitos e diretrizes para os sistemas de gestão e controle de processos, projetos, execução e segurança das obras de reforma. A norma estabelece exigências que deverão ser formalizadas no documento denominado *plano de reforma*, porém limita-se a definir sem designar a forma como deverá ser elaborado ou conduzido o processo de planejamento em uma obra de reforma.

Neste contexto nota-se que, embora recentemente existam trabalhos acadêmicos sobre o tema reforma de edificações, como os apresentados por Barrientos et al (2004) ou Oliveira et al (2008), são poucos os que abordam a modelagem do processo de desenvolvimento de projetos na fase de concepção pré-obra, como em Bretas (2010), e contemplam requisitos normativos recentes como a norma ABNT NBR 16280:2015.

O presente trabalho tem o objetivo de apresentar os resultados preliminares de um projeto de pesquisa, que visa propor e validar um modelo de referência para a gestão e coordenação de projetos de edificações em obras de reforma baseado nas diretrizes e requisitos exigidos pela referida norma.

2 METODOLOGIA

A pesquisa insere-se no marco metodológico do *Design Research*. Na fase abordada no presente trabalho, foram adotados os seguintes passos: a) identificação do problema – ausência de procedimentos para o processo de projeto de reformas à luz do referencial normativo – e hipótese de pesquisa, de que é possível criar um modelo e referência para o processo de projeto; b) desenvolvimento de revisão bibliográfica específica; c) visitas a obras de reforma, para caracterização inicial do problema; d) proposição de um modelo de referência para o processo de projeto de reformas; e) avaliação preliminar do modelo por meio de pareceres de especialistas. Posteriormente o modelo será avaliado com relação a sua *usabilidade*, nos termos previstos pelos métodos de *Design Research*. Detalhes do procedimento metodológico, omitidos aqui por razões de brevidade, são descritos em BARBOSA (2016).

3 O PROCESSO DE PROJETOS EM OBRAS DE REFORMA

3.1 Gestão e coordenação de projetos de edificações em obras de reforma

A adoção formal da coordenação de projetos de edificações é um dos meios de melhoria do processo produtivo, através da organização, otimização e controle do fluxo de desenvolvimento dos projetos produtos que serão a base de tudo desenvolvido posteriormente no empreendimento, como o planejamento e a execução da obra.

Fabrício (2002) e Melhado (2005) definem bem os conceitos de gestão e coordenação de projetos de edificações, que devem ser conduzidos através dos conceitos de engenharia simultânea, no intuito de obter integração do processo de desenvolvimento de projetos em suas diversas fases e a interação com a fase de execução da obra.

O conceito de reforma é amplo e significa intervenção em edificações existentes, independentemente do tipo ou objetivo da obra. Diversos são os tipos de intervenções que podem ser realizados em uma edificação como a reabilitação (questões de segurança, qualidade dos sistemas, *desempenho*, patologias construtivas), a renovação (mudanças de uso e estéticas), o retrofit (modernização, atualização dos sistemas, inserção de tecnologias sustentáveis) e o restauro (recuperação de características construtivas originais de edificação com contexto histórico).

As obras de reforma, geralmente possuem particularidades em relação as construções novas, como a execução com as edificações em funcionamento, a falta de informações sobre os sistemas estruturais e de instalações, a descoberta de interferências não previstas durante a execução, a não compatibilidade das características do edifício com o programa de necessidades do projeto e os riscos do comprometimento da segurança. O tratamento não adequado das particularidades nas obras de reforma reflete a informalidade em que constantemente esse tipo de obra é realizado. De acordo com Amancio e Minto (2011) a carência de mão-de-obra, diretrizes e processos direcionados para esse tipo especifico de obra prejudicam o desenvolvimento das suas atividades.

Segundo Bretas (2010), por conta dessas e outras questões a serem respondidas o processo necessita de uma maior integração de suas atividades desde o seu início, concentrando seus esforços principalmente na etapa designada diagnóstico, onde as demandas da edificação, usuários e clientes serão levantadas e definidas com intuito de evitar problemas ou interferências durante a execução das obras.

A abordagem desse e de diversos outros estudos como em Ali et al (2008) ou Lee at Barret (2003), demonstram que a natureza integrada e

a multidisciplinariedade do processo de projetos em obras de reforma favorecem a utilização dos conceitos de engenharia simultânea na sua execução, mesmo que essa prática não seja a mais utilizada.

3.2 Os requisitos da norma e o plano de reforma

A relevância do tema e a lacuna da falta de diretrizes e processos específicos, foram fundamentais para a elaboração da ABNT NBR 16280:2015.

De forma sucinta, as exigências definem os meios de prevenção da perda de desempenho decorrente das intervenções propostas; o planejamento, os projetos e as análises técnicas; a condução das alterações; a descrição das características da execução da obra; a garantia da segurança da edificação, entorno e usuários; o registro documental dos procedimentos utilizados e da situação da edificação pré e pós-obra; e a supervisão técnica do processo.

O resultado do atendimento às exigências é a elaboração de documento formal denominado *plano de reforma*, pré-requisito para o início das obras. Os requisitos que devem constar no plano de reforma estão detalhados no documento. A norma ainda define as incumbências ou encargos dos responsáveis legais das edificações e proprietários de unidades autônomas, em caso de edificações em condomínios, descrevendo as responsabilidades e deveres de cada um perante proposta e execução de obra de reforma.

A norma não define o processo de desenvolvimento dos projetos de edificações e nem os conceitos de engenharia simultânea são considerados na sua elaboração. A responsabilidade de definição das atividades e seus fluxos fica toda a cargo do empreendedor ou responsável técnico, e o fluxo de trabalho para o empreendimento é apresentado de forma muito simplificada.

3.3 Modelos de referência para coordenação de projetos de edificações

O desenvolvimento integrado de produtos, como o caso dos projetos de edificações em obras civis, tem sido estudado atualmente através da utilização de modelos de referência, que incluem o mapeamento do todos os insumos necessários para o desenvolvimento do produto entendendo as suas inter-relações e contextos (ROMANO, 2003). Destaca-se a importância da definição do grau de detalhe dos modelos, que não devem ser muito genéricos, com falta de informações, transparência e eficácia, e nem muito detalhados, dificultando sua implantação pelo excesso de documentação exigida. Uma das ferramentas adequadas para a representação do processo de projeto são os fluxogramas gerais e de detalhamento das etapas, apresentando as relações de precedência e sucessão das etapas, atividades ou tarefas.

O modelo especifico para gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações (GPPIE) desenvolvido por Romano (2003), se mostrou particularmente adequado, descrevendo detalhadamente atividades e produtos das diversas fases do processo de projeto, auxiliando o entendimento e prática do processo de desenvolvimento de projetos para construção civil. Este modelo foi base para outros trabalhos da literatura recente, como por exemplo Bretas (2010), ou Andery, Campos e Arantes (2012).

4 O MODELO DE REFERÊNCIA PARA COORDENAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES BASEADO NA ABNT NBR 16280:2015

4.1 A proposição do modelo

Com o advento da nova norma de gestão de reformas em vigência e a lacuna da falta de informações de como conduzir o seu processo de desenvolvimento de projetos de edificações, surge a oportunidade para o estudo e desenvolvimento de um modelo de referência particular, que possa conter as diretrizes e os requisitos da norma para elaboração do *plano de reforma*, as fases de um projeto de reforma e os conceitos e boas práticas de gestão e coordenação de projetos, inter-relacionando os agentes e atividades específicas, resultando no detalhamento de um processo integrado que atenda as normas técnicas e qualifique o produto entregue. A elaboração do *plano de reforma* exige informações e requisitos que estão espalhados ao longo do processo de concepção, projeto e execução.

Existem três fases bem definidas nos projetos de reforma, conforme as referências bibliográficas estudadas: a pré-projetação (diagnóstico e estudos), a projetação (desenvolvimento dos projetos) e a pós-projetação (preparação e acompanhamento da obra e gestão do uso), e que foram escolhidas e utilizadas para a definição das etapas do modelo conceitual proposto. A modelagem do processo foi feita a partir da organização das diretrizes e requisitos nas três fases, caracterizando-as com a elaboração dos fluxogramas de desenvolvimento, e o desdobramento das exigências em etapas e atividades específicas necessárias para elaboração do *plano de reforma.*

Uma etapa preliminar a elaboração de um *plano de reforma*, será o planejamento do processo de projeto especifico, considerando dois requisitos básicos interdependentes: a caracterização da reforma, através de um levantamento de dados sobre a edificação e a obra, baseado nos requisitos exigidos pela norma; e o programa de necessidades, determinando os requisitos específicos do empreendedor. O trabalho foca no detalhamento apenas da caracterização da reforma, sendo que a análise do programa de necessidades não é abordada aqui.

Para planejar o processo de projeto, diversas questões sobre a obra de reforma, baseadas na ABNT NBR 16280:2015, devem ser respondidas. Estas questões estão divididas em três fases, conforme modelo proposto, como por exemplo:

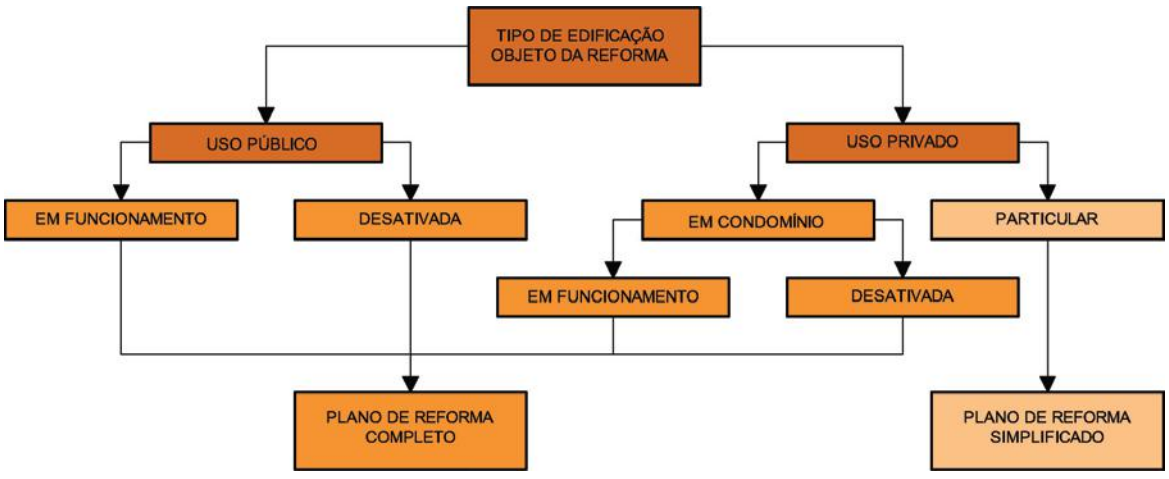
- Pré-projetação: qual o tipo de reforma será executado? A edificação está inserida em contexto histórico?
- Projetação: o projeto de reforma prevê intervenção em alguma questão estrutural? Prevê intervenção nas vedações? Quais disciplinas de projetos serão necessárias para execução do projeto de reforma?
- Pós-projetação: qual será o escopo de serviços a serem realizados na obra? Quem será o responsável técnico da obra? Tem se mais de um responsável, no caso de intervenção estrutural, por exemplo?

A caracterização completa está descrita em BARBOSA (2016).

A próxima etapa será utilizar os dados coletados na caracterização para elaboração do *plano de reforma*, completando-os quando necessário, e seguindo as etapas e atividades dos fluxogramas do modelo de referência proposto.

O primeiro fluxograma proposto (figura 1) pretende classificar o tipo de uso da edificação objeto da reforma, separando-os em dois grupos principais: uso público e privado. Quanto mais particular (residência unifamiliar) e desocupada estiver a edificação, mais simples será o plano de reforma e menos documentos e informações serão necessários, enquanto em edificações com áreas públicas (edificações públicas ou particulares em condomínios) e ocupadas, mais completo será o plano de reforma, contendo mais documentos, autorizações e informações.

Figura 1: Classificação de uso das edificações objeto da reforma



Fonte: BARBOSA (2016)

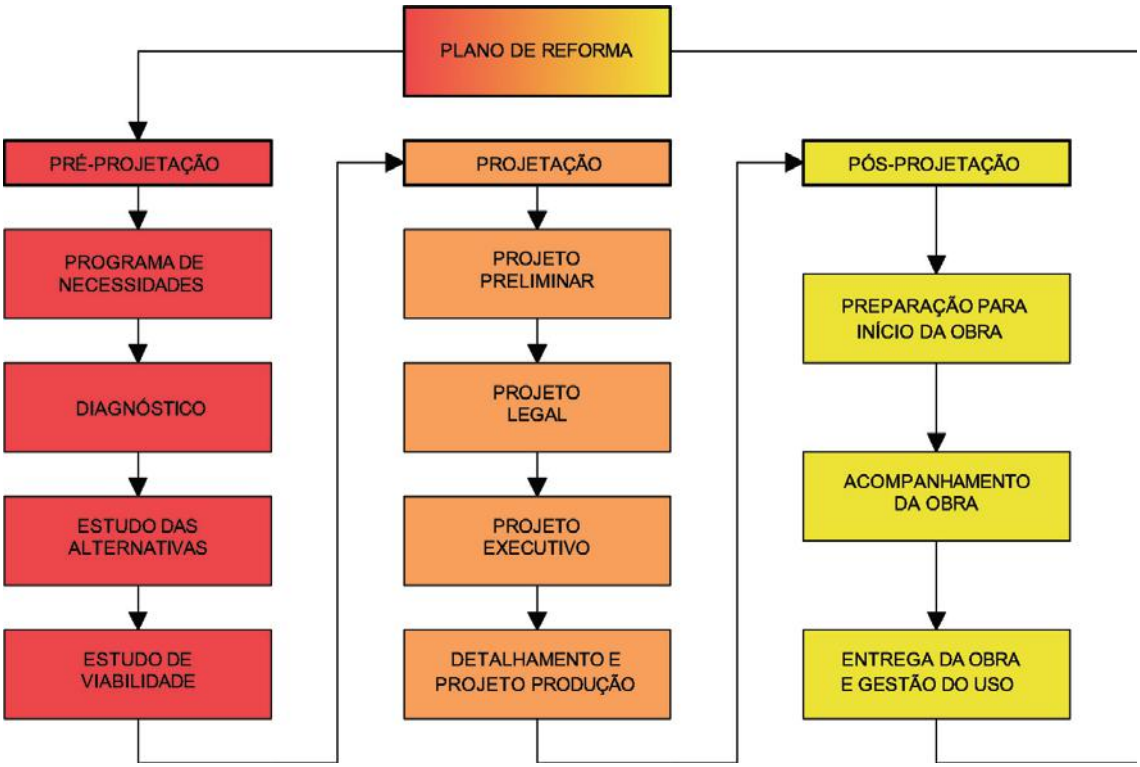
O segundo fluxograma proposto (figura 2) define o desenvolvimento geral do processo de projeto de edificações para obras de reforma. A representação implica no chamado *plano de reforma.*

A primeira fase, a pré-projetação, é primordial numa obra de reforma, pois nela acontecem os diagnósticos da edificação e os estudos das alternativas e viabilidades de projeto. Divide-se em quatro etapas: *o programa de necessidades*, definição dos requisitos específicos do empreendedor; *o diagnóstico*, pesquisa das informações iniciais e análises que nortearão as soluções técnicas de projeto; *o estudo das alternativas*, definição do tipo de obra e adequações das demandas do projeto, *o estudo de viabilidade*, verificação da possibilidade de execução e aprovação das soluções técnicas iniciais e da disponibilidade financeira para o projeto.

A segunda fase, a projetação, é a espinha dorsal do processo, pois nela de fato são definidas as demandas, sejam elas dos clientes, usuários ou edificação, que serão transformadas em projetos técnicos, que por sua vez orientarão toda a obra e fornecerão todas as informações básicas para elaboração do *plano de reforma.* Divide-se em quatro etapas: *o projeto preliminar*, maturação do projeto, definindo-o como objeto de produção; *o projeto legal*, legitimação do projeto perante as leis, normas e instruções técnicas aplicáveis; *o projeto executivo*, evolução e consolidação do projeto, tornando-o edificável; *o detalhamento e projeto produção*, finalização do projeto, adicionando conceitos de construtibilidade e preparando-o para o início das obras.

A terceira fase, a pós-projetação, é a continuidade do processo, que conecta as etapas de desenvolvimento dos projetos de edificações com a execução da obra civil. Divide-se em três etapas: *a preparação para o início da obra*, organização das informações técnicas e de responsabilidade, além do planejamento físico e financeiro da execução da obra; *o acompanhamento da obra*, suporte técnico ao longo do processo de execução com intuito de dirimir dúvidas e realizar revisões necessárias nos projetos; e a *entrega da obra e gestão do uso*, finalização do processo com análise das soluções técnicas projetadas para retroalimentação do processo com um todo.

Figura 2: Fluxograma do processo de projetos de edificações para elaboração do plano de reforma

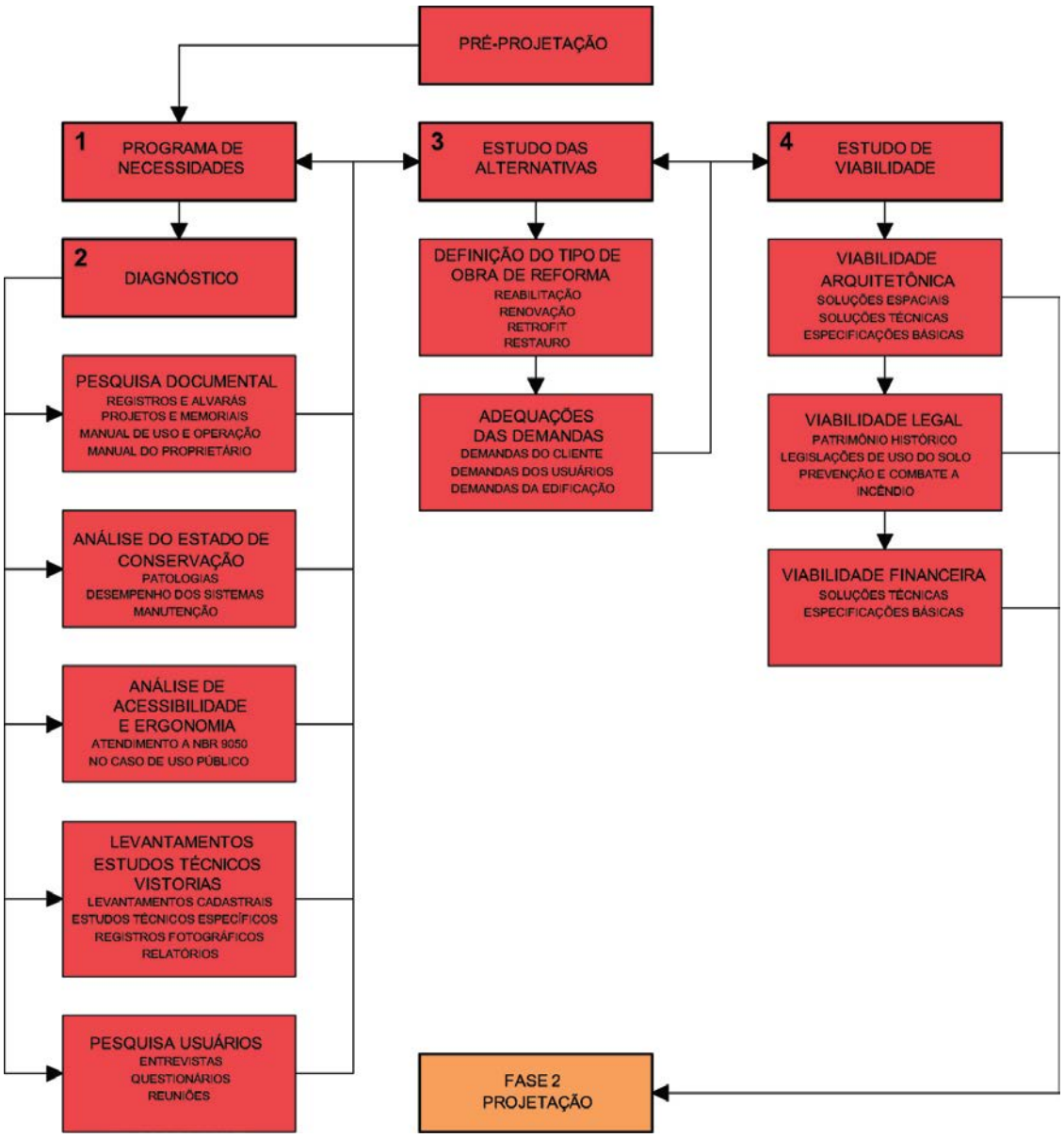


Fonte: BARBOSA (2016)

Os próximos fluxogramas propostos são específicos de cada fase, detalhando as etapas e atividades a serem executadas, e classificando as suas inter-relações.

A fase 1 – pré-projetação (figura 3), suas etapas e atividades estão voltadas ao planejamento e a concepção inicial da obra de reforma. Pretende atender ao escopo dos subitens (b), (c) e (f) item 1; as diretrizes subitem (b) item 4; e os requisitos subitens (a), (e), (h) e (n) item 5.1 da norma. As atividades da etapa diagnóstico são paralelas e independentes, enquanto as atividades das outras etapas são sequenciais e interdependentes. Não há problema e é até desejável, principalmente nesta fase de diagnóstico, a revisão das etapas ou atividades, desde que o resultado final viabilizado esteja consolidado e consistente o suficiente para o avanço a próxima fase, onde os projetos-produto propriamente ditos serão executados.

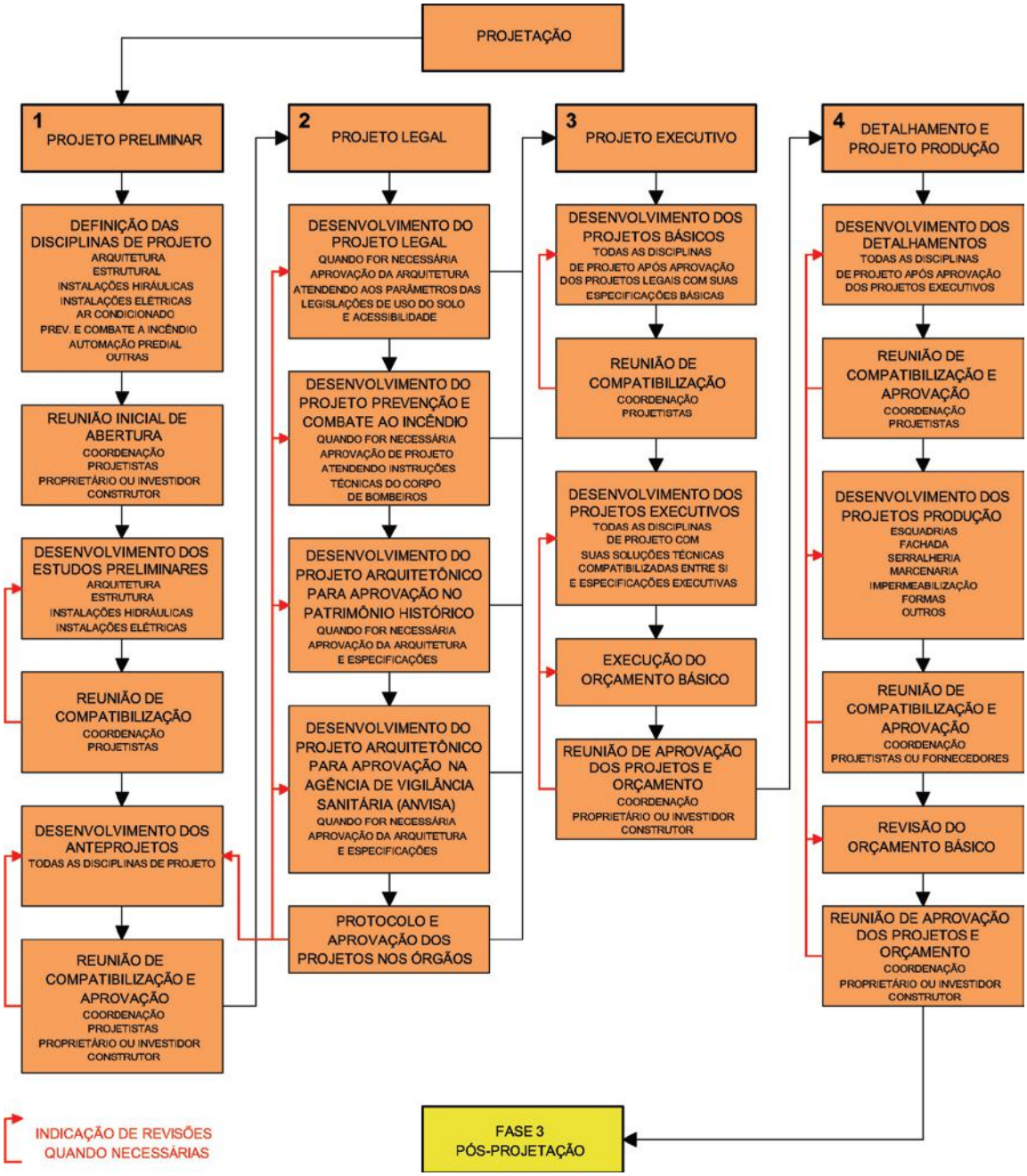
Figura 3: Fluxograma do processo de pré-projetação.



Fonte: BARBOSA (2016)

A fase 2 – projetação (figura 4), suas etapas e atividades estão voltadas a elaboração e desenvolvimento dos projetos produtos das disciplinas envolvidas na determinada reforma, e consequente criação da base de dados e informações técnicas que norteará a execução da mesma. Pretende atender ao escopo dos subitens (a), (b) e (c) item 1; as diretrizes subitens (d), (e) e (f) item 4; e os requisitos subitens (a), (d), e (e) item 5.1 da norma. As atividades das etapas de projeto acontecem de forma sequencial e interdependente, sendo os projetos produto desenvolvidos de forma simultânea e integrada sob a tutela de uma coordenação formal de projetos. As reuniões de compatibilização e aprovação não são eventos únicos, e provavelmente se repetirão, caso sejam necessárias revisões nos projetos. As etapas de projeto funcionam como um roteiro, mas todas estão inter-relacionadas e a modificação de uma atividade ou etapa poderá afetar outra anterior.

Figura 4: Fluxograma do processo de projetação.

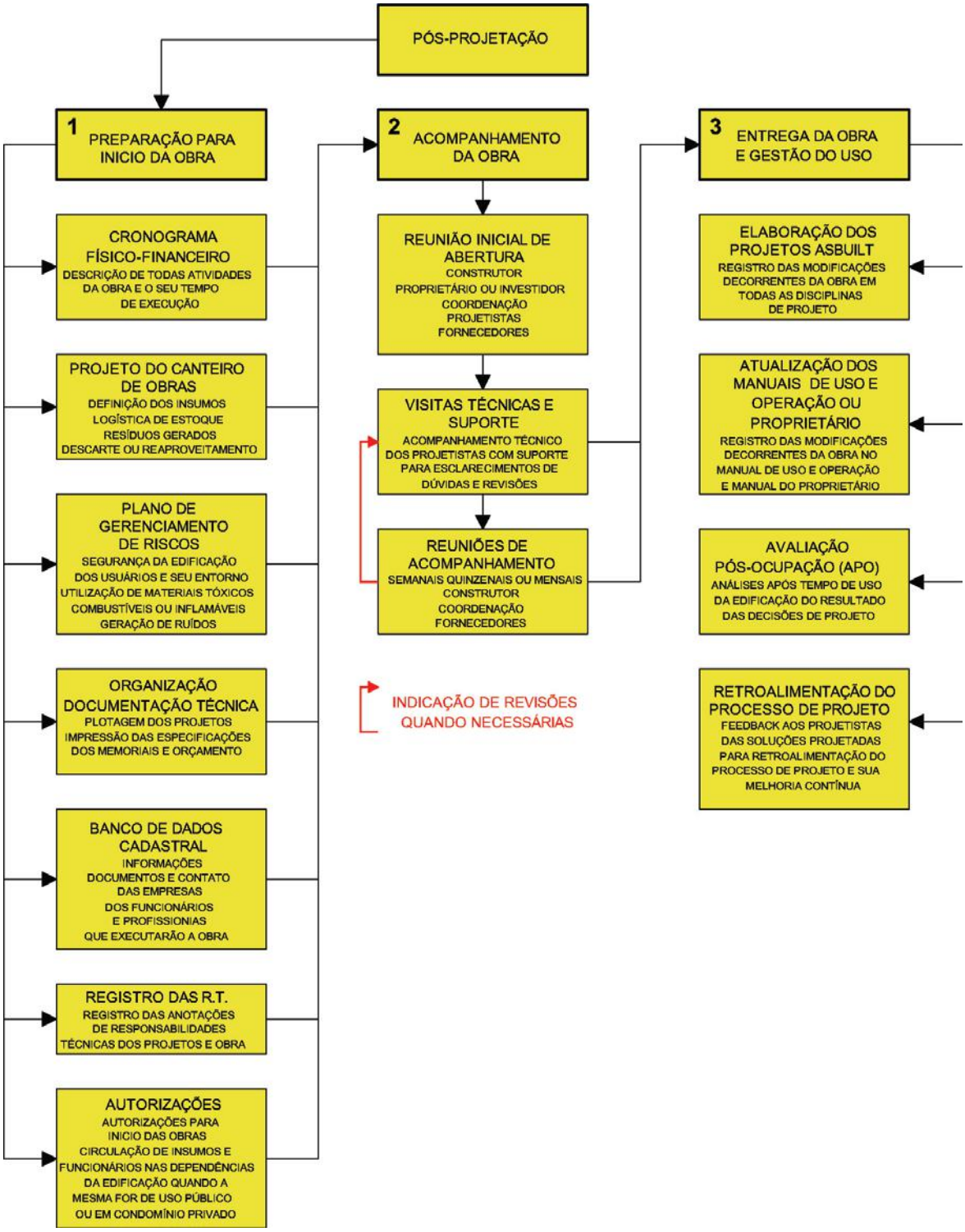


Fonte: BARBOSA (2016)

A fase 3 – pós-projetação (figura 5), suas etapas e atividades estão voltadas a preparação, acompanhamento e entrega da obra, com posterior avaliação do uso da edificação. Pretende atender ao escopo dos subitens (a), (d), (e) e (g) item 1; as diretrizes subitens (a), (c), (f) e (g) item 4; e os requisitos subitens (a), (b), (c), (f), (g), (i), (j), (k), (l), (m) e (n) item 5.1 da norma. As atividades de preparação para o início da obra acontecem paralelamente e de forma independente, subsidiadas pelas informações técnicas projetuais; Atividades de acompanhamento da obra acontecem com determinada frequência, dependendo da qualidade dos projetos e possíveis interferências não levantadas no diagnóstico; Atividades de entrega da obra e gestão do uso

acontecem paralelamente e de forma interligada. Os processos de avaliação e retroalimentação ocorrem independente do resultado do processo, a fim de oferecer subsídios para sua melhoria continua.

Figura 5: Fluxograma do processo de pós – projetação.



Fonte: BARBOSA (2016)

4.2 A avaliação do modelo

O processo preliminar de avaliação consistiu na entrevista com profissionais especialistas que atuam em projetos de reformas, em suas diversas etapas, e por empresas de setores distintos conforme tabela (1), com posterior apresentação sintética do modelo e avaliação através de questionário.

Tabela 1: Classificação dos especialistas entrevistados

Profissional	Formação	Experiência (anos)	Cargo ou Função	Empresa Vínculo
A	Engenharia	10 a 15	Engenheiro de planejamento e controle	Privada Sócio diretor
B	Engenharia	+15	Coordenador de projetos	Privada Funcionário
C	Arquitetura	5 a 10	Coordenador de projetos	Privada Funcionário
D	Arquitetura	0 a 5	Coordenador de projetos	Sistema "S" Funcionário
E	Arquitetura	5 a 10	Coordenador de projetos	Pública Funcionário
F	Arquitetura	5 a 10	Projetista Arquitetura	Privada Sócio diretor

Fonte: BARBOSA; ANDERY.

O questionário propõe perguntas sobre o modelo, com intuito de avaliar o resultado do trabalho apresentado em relação a interação norma e coordenação de projetos proposta; os fluxos de atividades descritos; o desenvolvimento e definição das etapas e atividades dentro das fases; o grau de detalhamento; a importância do diagnóstico, viabilidade, reuniões com intervenientes e coordenação durante o processo; e a aplicabilidade do modelo nos projetos de reforma. O resultado foi satisfatório em relação ao atendimento dos quesitos avaliados, sendo que nenhum dos especialistas reprovou o modelo. Ressalvas foram feitas, indicando algumas alterações pertinentes para análise e continuidade da pesquisa.

Especialistas (B), (D), (E) e (F) consideraram pertinente o modelo e sua possível aplicação em projetos de reforma, enquanto especialistas (A) e (C) consideraram pertinente e parcialmente aplicável, dependendo do porte da obra.

Na fase de pré-projetação, especialistas (D) e (E) indicaram a falta de etapas ou atividades, sugerindo acréscimo de atividades como o "briefing inicial" do empreendimento junto ao cliente e a posterior "viabilidade do briefing". Enquanto especialista (F) indicou o excesso de etapas ou atividades, sugerindo a condensação ou eliminação de algumas etapas como o "estudo de alternativas" agregado ao "estudo da viabilidade".

Na fase de projetação, especialistas (A) e (B) indicaram o excesso de etapas ou atividades, enquanto especialista (C) indicou fluxo equivocado de trabalho. Foram sugeridas inclusão de atividade "orçamento estimativo" após desenvolvimento dos anteprojetos; alteração na nomenclatura da atividade "revisão do orçamento básico" para "execução do orçamento detalhado"; e alteração na nomenclatura das duas primeiras atividades de "reuniões de compatibilização", alterando para "reunião de alinhamento" após desenvolvimento dos estudos preliminares, e "reunião de pré-compatibilização" após desenvolvimento dos anteprojetos.

Na fase pós-projetação, o especialista (A) indicou falta de etapas ou atividades, sugerindo a inclusão na atividade "autorizações" da apresentação das "licenças" (demolição, terraplanagem, transporte e bota-fora, trânsito, etc).

A pertinência do uso do modelo em obras de pequeno e médio porte foi questionada por mais de um especialista, sugerindo que a quantidade de etapas e atividades poderiam ser simplificadas ao longo do processo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho chamou a atenção para a proposição de um modelo de referência para o processo de projeto de obras de reforma. Ênfase foi dada as fases e atividades da etapa de projeto, que parte da obtenção de um diagnóstico detalhado das características da reforma.

Em uma avaliação preliminar feita por especialistas, correspondente a segunda fase da pesquisa que se encontra em andamento, atestou se a pertinência do modelo, indicando a possível aplicabilidade do mesmo em projetos de obras de reforma. Apesar das ressalvas apontadas, os especialistas foram unanimes em validar positivamente a proposta, que discute tema atual e importante na construção civil.

Como a NBR16.280 não define os procedimentos para a gestão e coordenação de projetos de edificações, essa lacuna existe, e a interação entre os assuntos é pertinente e necessária. Dessa forma o modelo de referência conceitual proposto seria uma hipótese de aplicação dos conceitos de gestão e coordenação de projetos de edificações, em um ambiente de engenharia simultânea, a fim de

atender os requisitos exigidos pela norma, principalmente na elaboração do chamado *plano de reforma*.

REFERÊNCIAS

ALI, Azlan Shah; RAHMAT, Ismail; HASSAN, Hasnanywati. **Involvement of key design participants in refurbishment design process**. Emerald Insight Journal - Facilities, Vol. 26 n. 9/10 p. 389 – 400, march 2008.

AMANCIO, Rosa Carolina Abrahão; FABRICIO, Márcio Minto. Reabilitação de Edifícios Antigos para HIS: o diagnóstico em três estudos de caso. **Anais do 2° Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído – X Workshop Brasileiro de Gestão do Processo de Projeto na Construção de Edifícios – SBQP 2011**, Rio de Janeiro, p. 571-584, nov. 2011.

ANDERY, Paulo Roberto; CAMPOS, Cíntia; ARANTES, Eduardo Marques. Desenvolvimento de um termo de referência para o gerenciamento de projetos integrados em uma instituição pública. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 7, n. 1, p. 38-61, mai. 2012.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 16280:** Reforma em edificações – Sistema de gestão de reformas – Requisitos. Rio de Janeiro, 2015.

BARBOSA, Arthur Cesar E. O. **A coordenação de projetos de edificações em obras de reforma: um modelo baseado na ABNT NBR 16280:2015**. 59 f. Monografia (Especialização em Engenharia Civil) – Universidade, 2016.

BARRIENTOS, Maria Izabel G. G.; QUALHARINI, Eduardo L. Retrofit de construções: Metodologia de avaliação. 11 f. **I Conferência Latino-Americana de Construção Sustentável – X Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 04,** São Paulo, jul. 2004.

BRETAS, Eneida Silveira. **O processo de projetos de Edificações em Instituições Públicas: Proposta de um modelo simplificado de Coordenação.** 151 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto Simultâneo na Construção de Edifícios.** 350 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

LEE, A. e BARRETT, P. **Performance Based Building. First International State of the Art Report.** CIB Report 291, Rotterdam: CIB, 2013.

MELHADO, Silvio Burratino (coordenador.). **Coordenação de Projetos de Edificações.** 1. ed. São Paulo: O Nome da Rosa, 2005.

OLIVEIRA, Luciana Alves; MAIZIA, Mindjid; MELHADO, Silvio Burratino. O desenvolvimento integrado de um projeto de renovação de fachadas: Estudo de um caso Francês. **Revista Gestão e Tecnologia de Projetos**, São Paulo, v. 3, n. 1, p. 100-120, mai. 2008.

ROMANO, Fabiane V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo de projeto integrado de edificações.** 381 f. Tese (Doutorado em engenharia de produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ESTRUTURAÇÃO DO PROCESSO DE PROJETO EXECUTIVO DE OBRAS DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTE SUBTERRÂNEO: ESTUDO DE CASO NA LINHA LILÁS DO METRÔ DE SÃO PAULO[1]

FERREIRA, Tiago de Vasconcelos Gonçalves (1); FILGUEIRAS, Leandro Santos (2); MELHADO, Silvio Burrattino (3)

(1) USP, e-mail: tiagovasconcelos@usp.br; (2) USP, e-mail: leandrofilgueiras@usp.br; (3) USP, e-mail: silvio.melhado@usp.br.

RESUMO

As obras de infraestrutura de transporte em massa se estabelecem como um meio de deslocamento fundamental para integração e acessibilidade entre os diversos ambientes urbanos. Entretanto, essas estruturas de transporte possuem, durante todo seu ciclo de vida, um elevado custo de construção e operação, além de um elevado esforço de tempo para serem concluídas e entregues à sociedade. Este trabalho tem como objetivo identificar, por meio de um estudo de caso, as etapas do processo de projeto de obras subterrâneas de infraestrutura, assim como a identificação dos agentes envolvidos durante o processo. Para o desenvolvimento do trabalho, foi feito um estudo de caso em uma empresa que atua durante o processo de projeto executivo na expansão da linha lilás do metrô de São Paulo. Foi constatada uma forte necessidade de estudo de gestão de risco de obras subterrâneas, diante dos riscos inerentes ao processo de projeto e produção. No estudo de caso, foram estruturados os diversos agentes que atuam durante o processo de projeto em obras subterrâneas de transporte. O conceito de coordenação contínua também foi abordado no trabalho, como forma de diminuir os riscos existentes nesse tipo de obra.

Palavras-chave: Processo de projeto. Obras de infraestrutura. Obras subterrâneas.

ABSTRACT

Mass transport infrastructure works are established as a means of fundamental shift to integration and accessibility between different urban environments. However, transport infrastructure these have, throughout their life cycle, high cost of construction and operation as well as a high effort of time to be completed and delivered to society. This work aims to identify, through a case study, the stages of the design process of underground infrastructure works, as well as the identification of agents involved in the process. For the development work, a case study was done in a company engaged in the executive design process to expand the purple line of the São Paulo subway. a strong need for risk management study of underground works, given the risks inherent in the design and production process was found. In the case study, they were structured the various agents who work during the design process in underground works transport. The continuous coordination concept was also addressed at work as a way to reduce the risks in this type of work.

***Keywords**: Design process. Infrastructure Works. Underground work.*

[1] FERREIRA, T. V. G.; FILGUEIRAS, L. S..; MELHADO, S. B.. Estruturação do processo de projeto executivo de obras de infraestrutura de transporte subterrâneo: estudo de caso na Linha Lilás do Metrô de São Paulo. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Para evitar os grandes deslocamentos a qual está sujeito a maioria das populações que vivem nas grandes cidades, a sociedade contemporânea busca uma forma de organização mais densa e compacta, com edificações de uso misto que possibilitem menores esforços de locomoção. Nesse contexto, as obras de infraestrutura de transporte em massa se estabelecem como um meio de deslocamento fundamental para integração e acessibilidade entre os diversos ambientes urbanos.

Rode e Floater (2014) estudaram o transporte e a forma urbana como sendo um dos aspectos centrais do desenvolvimento urbano, de forma que, os dois podem moldar a disponibilização de acesso a pessoas, bens e serviços, e informações nas cidades. Para os autores, em qualquer contexto de cidade, padrões de desenvolvimento urbano são inseparáveis da evolução dos transportes urbanos e da mobilidade. Portanto, é indispensável pensar no transporte em massa como uma necessidade das grandes cidades. Entretanto, essas estruturas de transporte possuem, durante todo seu ciclo de vida, um elevado custo de construção e operação, além de um elevado esforço de tempo para serem concluídas e entregues à sociedade.

Obras de infraestrutura subterrânea de transporte em massa demandam um processo de projeto complexo, com a integração de diversas disciplinas que compartilham as incertezas (riscos) durante toda a sua fase de desenvolvimento. De acordo com Ford (2010), quase 50% dos projetos de construção de estradas e pontes em Massachusetts, nos Estados Unidos, estão acima do orçamento e 33% não foram concluídos a tempo. Estudos revelaram que as principais causas desses atrasos estão relacionadas com mudanças nas condições da geologia em relação ao projeto, imprevisibilidade das condições climáticas e dificuldade de descolamentos de equipamentos.

Dawnson (2011) constatou que menos de 48% dos projetos de infraestrutura australianos pesquisados não foram entregues no prazo, no orçamento e com a qualidade exigida. O autor enfatiza que a maioria das empresas australianas que atuam no seguimento de obras de infraestrutura procuram contornar estes problemas aplicando metodologias eficientes para controlar os riscos inerentes do processo de projeto e construção desse tipo de obra.

Entretanto, nesse contexto de obra, também pode ser difícil mensurar o quanto um projeto está ou não atrasado, uma vez que esses prazos podem estar envolvidos com interesses adversos da conjuntura política pública. Siemiatycki (2010) comenta das dificuldades para definição de prazos para entrega de obras de infraestrutura, mas apenas essa "dificuldade" não é suficiente para justificar a existência de tantas obras atrasadas. O autor destacou a existência de algumas poucas partes políticas e institucionais diretamente interessadas em dar prazos irreais aos projetos de infraestrutura, o que pode criar expectativas não condizentes com a realidade.

Jimenez e Pagano (2010) afirma que diferentes fatores influenciam a adoção e implementação de melhores práticas de gestão em obras públicas. Em um

contexto de obras de infraestrutura, identificar esses aspectos que impactam na qualidade da gestão se torna ainda mais complicado, dado que a análise não incide sobre a adoção de uma ou duas inovações, ou na utilização das práticas, mas sim em um sistema de gerenciamento de um sistema complexo que engloba o planejamento, gerenciamento de projetos, manutenção, orçamento e etc.

Este trabalho buscou identificar a estruturação do processo de projeto executivo de obras de infraestrutura de transporte subterrâneo, visto a grande importância que obras desse porte possui no contexto de desenvolvimento atual. Para isso, será abordado um estudo de caso da Linha Lilás do Metrô de São Paulo, inclusive como é feita a interação entre o setor de projetos e a empresa responsável pela construção, para redução do grau de risco da obra.

2 O PROJETO DE INFRAESTRUTURA

Existe uma grande quantidade de conceitos e definições para o termo "projeto" na literatura, e em sua grande maioria, estão relacionados com o procedimento ou ato de projetar com o enfoque na criação. Porém, também é possível encontrar outras definições para o termo com um ponto de vista mais voltados aos resultados e delineamento do propósito, ou objetivo, de um esforço (MELHADO, 1994).

Tzortzopoulos (1999) define projeto como uma atividade criativa e pessoal, e destaca a importância de compreender os objetivos dos projetistas envolvidos. A autora complementa que "somente quando o projeto está completo o resultado de seu trabalho intelectual pode ser visto, e este fato está no centro do problema do gerenciamento do processo de projeto", motivo que os responsáveis pelo processo de projeto devem compreender os métodos ao qual um projeto é desenvolvido e as características individuais dos projetistas.

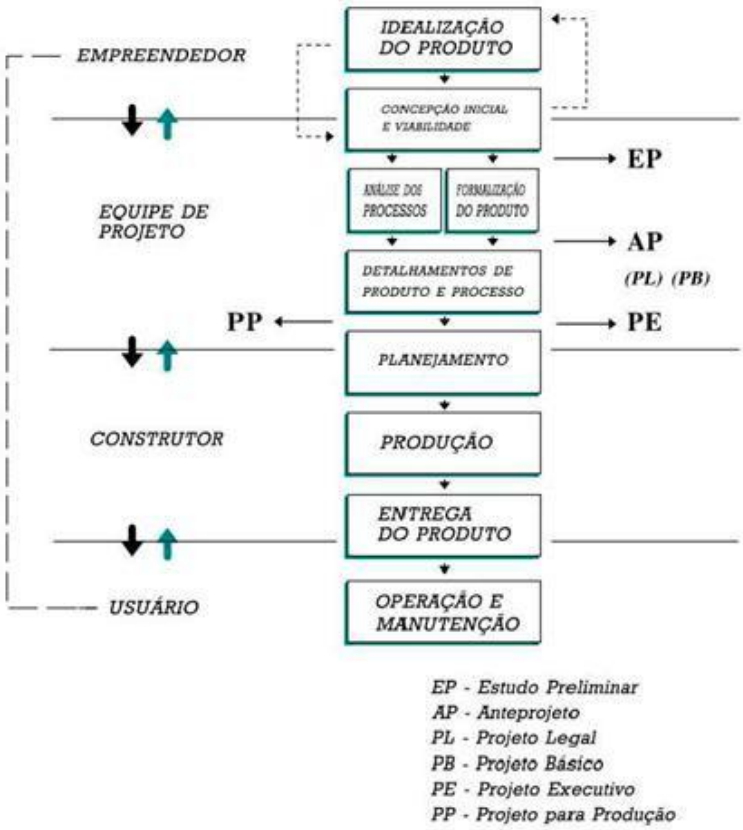
Dessa forma, a definição do termo "projeto" torna-se bastante abrangente e que pode gerar diversas situações e variações para no que diz respeito ao ato de projetar. Existem vários outros autores que buscaram uma conceituação para o termo e, em muitos casos, são aplicáveis a contextos e objetivos diferentes, o que demonstra a grande multiplicidade de tipos de projeto existentes (TZORTZOPOULOS, 1999). É importante a definição do termo para o seu entendimento como um processo que contempla diversas especialidades.

No contexto de projetos de infraestrutura, Grilo (2008) coloca que o processo de projeto é semelhante aos processo de projeto de empreendimentos de base imobiliária convencionais. Entretanto, coloca os riscos envolvidos durante o processo de projeto como uma diferença fundamental, além da configuração comercial e legal que o investimento pode assumir. No Brasil, esses projetos geralmente estão envolvidos com Parcerias Público Privada (PPP).

O processo de projeto de obras de infraestrutura, é, portanto, estudado de forma semelhante ao processo de projeto de edificações, com uma abrangência a parte para o gerenciamento de riscos. A Figura 1 mostra o processo de projeto tradicional de edificações.

Dentre as diversas fases mostradas, a fase de operação e manutenção de obras de infraestrutura apresenta dimensões maiores que a de projeto de edificações, com um número de usuários do projeto bastante superior, maior custo de manutenção envolvido, gestão da segurança, dentre outros. No geral, são feitos monitoramentos e controle da operação, gestão de ativos e manutenção e gestão da segurança das instalações do projeto.

Figura 1 – Processo de desenvolvimento do projeto de edificações



Fonte: Melhado (1994)

3 AGENTES ENVOLVIDOS

As fases de um projeto são marcadas pela grande variedade de agentes que interveem na elaboração de projetos. Dentre eles, pode-se destacar os profissionais de projeto das várias especialidades; profissionais das empresas construtoras como engenheiros de produção, planejamento suprimento, etc.; agentes da promoção do empreendimento; órgãos públicos, incorporadoras; consultores; clientes e usuários. Em geral, podem-se citar como os principais envolvidos em um projeto de construção (MELHADO, 1994):

- Clientes (também denominados empreendedores, ou proprietários, em

alguns casos); Empresas projetistas;

- Empresas construtoras (também denominadas empreiteiras, ou executores do projeto); Investidores (também denominados patrocinadores, em alguns casos);
- Financiadores;
- Empresas de gerenciamento (gestores atuantes em nome do cliente);
- Fornecedores;
- Subcontratados (ou terceiros);
- Órgãos de aprovação;
- Órgãos de fiscalização;
- Usuários;
- Operadores ou gestores do empreendimento.

4 GESTÃO DE RISCOS

O guia PMBOK (2008) define "risco" como um evento ou uma condição incerta que, caso ocorra, implicará em um efeito em pelo menos um objetivo do projeto, como escopo, prazo, custo ou qualidade. Ou seja, é possível afirmar que os riscos em projeto têm origem no campo das incertezas envolvidas. Dessa forma, entende-se por Gestão de riscos como a atividade de planejar, avaliar, controlar e monitoras ações que conduzam a eventos futuros, evitando resultados desfavoráveis (SILVA, 2014).

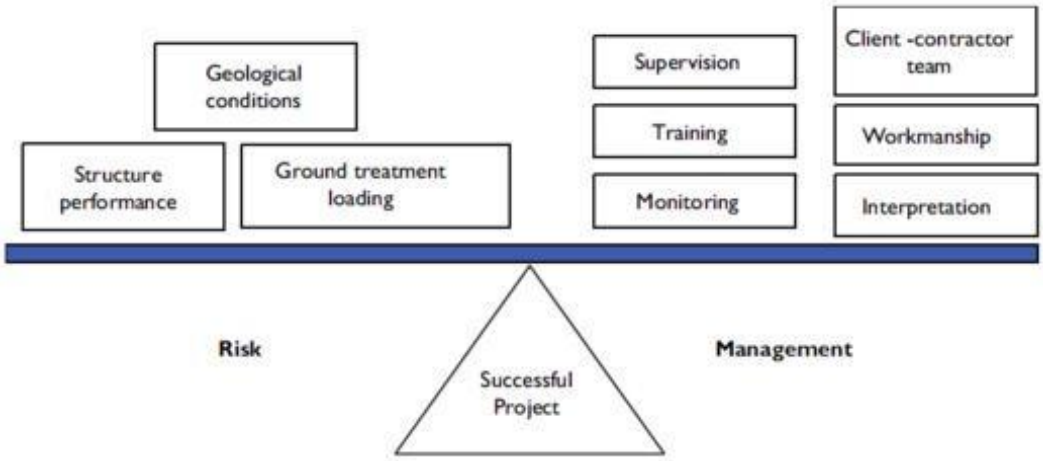
Segundo Silva (2014), o sucesso de um determinado projeto, considerando os fatores de prazo, custo e qualidade, depende em grande escala de como o projeto trata dos riscos incorporado ao seu processo. No caso de obras subterrâneas, o conceito de risco acentua-se devidos as incertezas que acompanham o processo de projeto-produção. Para Kochen (2009), as obras subterrâneas apresentam riscos mais elevados do que obras a céu aberto, principalmente por lidar com mobilização de materiais geológicos que, por mais que sejam estudados em investigação prévia, sempre podem apresentar características não previstas inicialmente.

Ye e Tiong (2000) comenta que a decisão de investimento privado em projetos de infraestrutura requer bastante precaução uma vez que eles estão expostos a altos níveis de custos financeiros, elevados tempo de construção, envolvimento políticos e, principalmente, elevados riscos inerentes. Dessa forma, a gestão de riscos em projetos de infraestrutura é uma área bastante importante para garantir o retorno do investimento ao construtor.

Construções subterrâneas em áreas urbanas é geralmente associada com riscos de alto nível (GUGLIELMETTI et al., 2007). Por isso é necessária a aplicação sistemática de um Plano de Gerenciamento de Risco (PGR). Um dos princípios essenciais de um PGR é o monitoramento da resposta de Risco. Nesta fase, é necessário se certificar de que os procedimentos de

construção e instalação estão em vigor para a execução das obras em conformidade com as estratégias identificadas (em fase de projeto). Um plano eficiente de controle para gerenciar os riscos durante a construção precisa ser posto em prática. A Figura 2 mostra as principais variáveis associadas ao risco em obras subterrâneas, com ênfase no equilíbrio necessário.

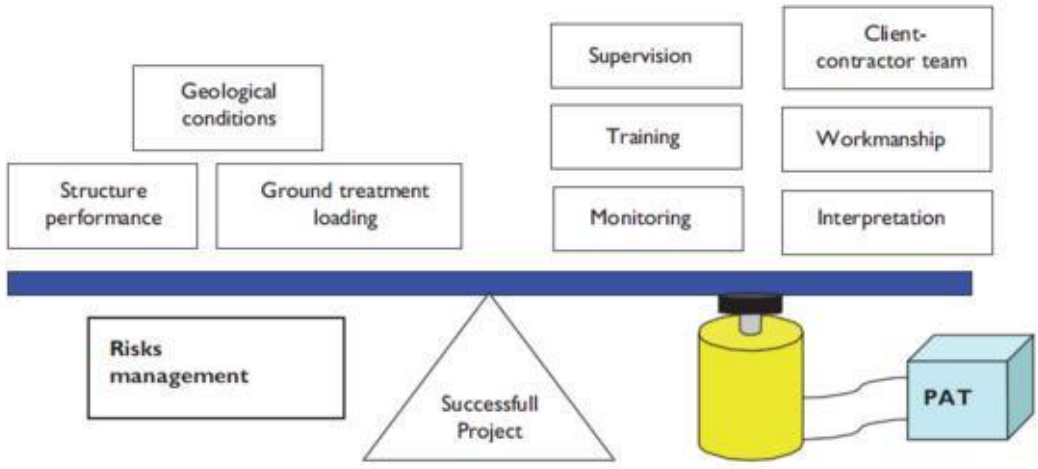
Figura 2 – Balanço de ricos em obras de infraestrutura



Fonte: Guglielmetti et al. (2007)

O conceito de projeto interativo através do uso de um Plano de Antecipação de Túnel (PAT) foi primeiro introduzido em 2001 no Metro do Porto, Portugal (GRASSO et al., 2002). O PAT é um documento vivo que fornece uma ligação dinâmica entre projeto e construção, facilitando à gestão de riscos residuais. Esse procedimento é conceitualmente simples de implementar, onde a equipe de engenharia atualiza continuamente os cenários de risco e mitigação correspondentes, com o avanço dos planos de construção. A Figura 3 complementa a ideia das principais variáveis associadas aos riscos em obras subterrâneas, com a existência do PAT como um neutralizador das variáveis negativas ao gerenciamento de riscos.

Figura 3 – A estabilização dos riscos em projetos de infraestrutura



Fonte: Grasso et al. (2002)

Kochen (2009) propõe que a engenharia de obras subterrâneas possui incertezas permanentes, que a interpretação do comportamento geotécnico do solo será sempre uma variável durante toda a execução da obra. Dessa forma, essa atividade é interativa, que consiste na observação do comportamento do realizado com o planejado, sempre havendo uma interação contínua. A modificação e ajuste do projeto inicial é dinâmico e representa uma forma de combater o risco. Dessa forma, o processo de projeto executivo, onde acontece a integração entre projeto e construção necessita de maiores esforços. Nenhum projeto de obras subterrâneas está livre de riscos, porem estes podem ser gerenciados.

5 METODOLOGIA

O presente trabalho discute seus resultados baseados em um estudo de caso. A fase inicial do Projeto Executivo será dedicada à consolidação do Projeto Básico, a partir da análise crítica dos estudos realizados anteriormente e das soluções propostas. Simultaneamente, serão elaborados ou revistos os desenhos e estudos concebidos para definir o arranjo geral das obras, visando consolidar e/ou modificar as soluções propostas no projeto básico.

O presente trabalho buscou abordar apenas o processo de projeto executivo a qual é contemplado na empresa onde foi feito o estudo de caso. Dessa forma, a pesquisa situa-se entre as etapas de projeto, após a entrega do projeto básico, e construção, de forma interativa - que será melhor explicado a seguir, no estudo de caso.

6 RESULTADOS

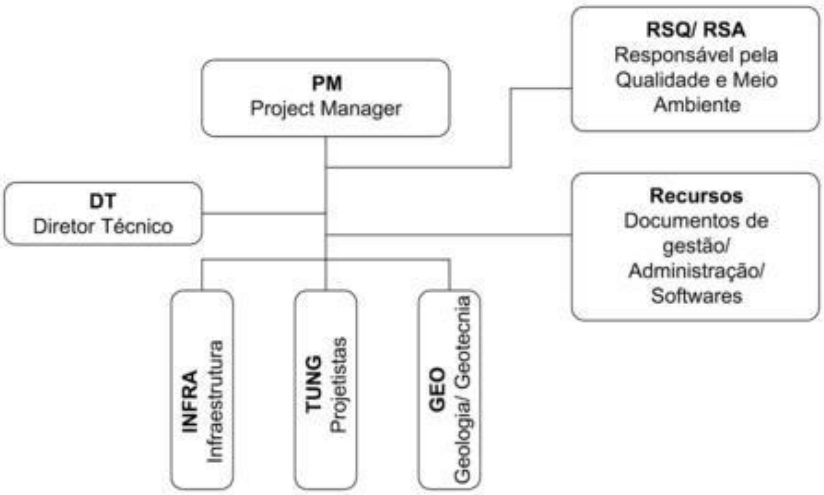
A obra estudada é a da Linha 5 Lilás do Metrô do Estado de São Paulo, com 11,5 km de linha e 16km de túneis, que contempla as interconexões, estações em caverna (10 estações no total), dentre outros. Na Figura 4, mostrada abaixo, é possível ver uma perspectiva geral do traçado do linha 5 Lilás do Metrô do Estado de São Paulo.

Figura 4 – Balanço de ricos em obras de infraestrutura



A Figura 5 apresenta um quadro mais detalhado do setor de produção dos projetos da empresa. Em seguida, abaixo da figura, são listas algumas atividades dos envolvidos na etapa de projeto da empresa, que atua diretamente no processo de projeto executivo.

Figura 5 – Estrutura organizacional de projeto da empresa



Fonte: Autores

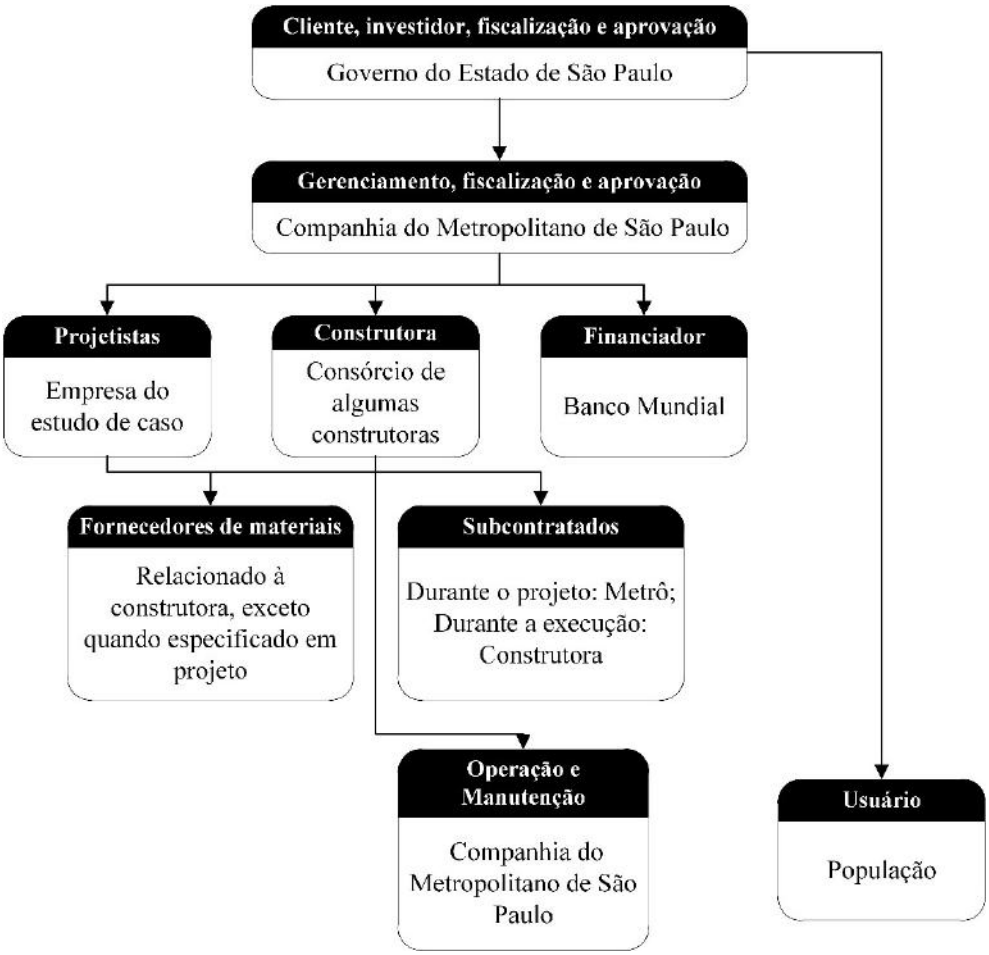
Infraestrutura (INFRA): Projeto de sistema de transportes da concepção até o projeto executivo; Concepção arquitetônica e funcional de obras subterrâneas; Concepção de instalação de equipamentos eletromecânicos; Acompanhamento e consultoria da construção de obras subterrâneas.

Projetistas e calculistas (TUNG): Projetos de obras subterrâneas com técnicas mecanizadas ou convencionais; Projetos de estruturas em Cut & Cover, tanto na área urbana (por exemplo: linhas de metrô) como na área não urbana (por exemplo: fábricas); Desenvolvimento de projetos durante todas as fases de projeto; Consultorias durante a execução das obras.

Geologia e geotecnia (GEO): Geologia estrutural e geomorfologia: definição do modelo de referência geológica; Hidrologia: caracterização dos aquíferos, balanço hídrico, interação solo-estrutura (efeito parede), sistemas de rebaixamento de lençol freático; Geotecnia: análises dos dados de investigação, desenhos com a estimativa dos parâmetros de referência, engenharia geotécnica (fundação, estruturas de contenção, estabilidades de encostas);

Com o estudo da organização interna dos agentes da própria empresa estudada, foi possível o estabelecimento dos agentes envolvidos durante o processo de projeto de obras subterrâneas de acordo com o caso estudado. A Figura 7 mostra os envolvidos no processo de projeto da empresa estudada.

Figura 7 – Identificação de todos os agentes do intervenientes do projeto



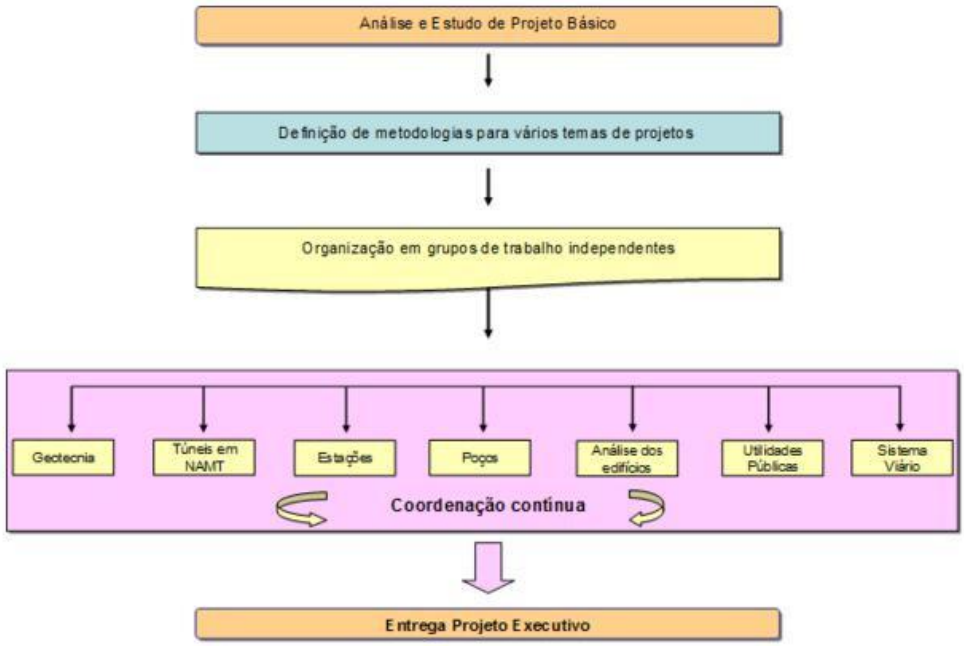
Fonte: Autores

A escavação de cavernas em áreas urbanas com grande densidade populacional é uma tarefa complexa e de grande risco, que resulta em situações que podem modificar o projeto sucessivamente. Este fato provoca uma interação constante entre o escritório de projeto, do estudo de caso, e da empresa responsável pela construção da linha 5 do Metrô de São Paulo, onde esses dois elementos atuam de forma interativa durante a fase de entrega do projeto executivo. Abaixo, na Figura 8, segue fluxograma das etapas do processo de projeto executivo.

O início do processo de projeto executivo acontece com a entrega do projeto básico do traçado do metrô, que é definido logo no início do processo de licitação do projeto. Nessa etapa inicial do processo de projeto executivo são analisadas as definições de cada disciplina interveniente. Os técnicos responsáveis por administrar o contrato, à serviço do Metrô de São Paulo, irão estudar o projeto básico e definir o nível da documentação que deverá ser produzida, que atua diretamente nos termos do contrato com a empresa responsável pelo projeto. Para cada obra será preparado um

relatório técnico que ilustra as características fundamentais da obra e as suas peculiaridades, dentro do projeto em questão. Este relatório será necessário para apresentar os objetivos do projeto a todos os técnicos, que sucessivamente farão parte da equipe para acelerar os tempos de compreensão do projeto básico.

Figura 8 – Estruturação do processo de projeto da Linha Lilás do Metrô de São Paulo



Fonte: Autores

Além disso, há a definição da metodologia para as várias disciplinas do projeto, diante do volume de dados que existe nesse tipo de abordagem. Esta fase é essencial para o desenvolvimento do projeto, sendo necessária para dar a estrutura do projeto executivo, ou seja, o conhecimento completo de todos os aspectos do projeto básico. Deste modo é possível prever as atividades geral desse contexto, possibilitando as críticas para que seja possível antecipar a realização de todas as etapas do projeto de maior com maior empenho.

Após as duas etapas iniciais, em função da dimensão do projeto executivo, ocorre a organização (segmentação) em grupos de trabalho independentes, cada um com seus respectivos especialistas, engenheiros e projetistas que estão relacionados com suas áreas de atuação. Nesta etapa é possível destacar o início da atividade de estudo da composição geológica do traçado das escavações, através de ensaios de sondagem de referência. Esses estudos dão início ao PAT, a fim de garantir o gerenciamento de risco da obra, conforme apresentado na revisão bibliográfica. Além do esforço geotécnico, é possível comentar, também, a existência de um estudo de impacto de vizinhança que acompanha a interação entre projeto e execução da obra.

Apesar da aplicação da metodologia PAT para o gerenciamento dos riscos, alguns aspectos negativos, que estão inseridos em um contexto mais geral,

foram encontrados no estudo de caso:

- alguns projetos são realizados em outros escritórios em diversos lugares do mundo, uma vez que a empresa estudada é uma multinacional. Esse acarreta atrasos durante a gestão da informação devido às nomenclaturas diferentes das utilizadas no processo de projeto no Brasil;
- além do problema de gestão da informação existente entre as projetistas internacionais e nacionais, existe também um problema da relação de materiais que são necessários nos projetos internacionais que não possuem no mercado nacional, gerando uma necessidade de readaptação do dimensionamento em diversos casos;
- alguns critérios de projeto chegam no escritório fundamentados em normas internacionais, sendo necessária uma atualização para o atendimento da normatização brasileira;
- o fuso horário entre as empresas de projeto nacional e internacional reduz o tempo útil de troca de informações entre os escritórios ao redor do mundo.

É possível observar que todos os pontos negativos encontrados dizem respeito à distância entre os escritórios de projetos que participam diretamente e indiretamente do processo de projeto executo. Além disso, a informação em âmbito nacional precisa de ser aprovada pelos agentes de fiscalização contratados pela Companhia Metropolitano de São Paulo, o que demanda mais tempo do projeto.

A empresa avalia os resultados da escavação em termos de monitoramento dos projetos, uma vez que os quantitativos são comparados com o material teórico e os estudos numéricos realizados na fase de concepção do projeto. Dessa forma, é possível retroalimentar o processo, na tentativa de descrever a lição aprendida para este tipo de escavação, adquirindo um banco de dados de forma a direcionar novos projetos no contexto particular da cidade de São Paulo.

O processo descrito neste estudo de casso, ocorre entre as fases de projeto e construção, e como comentado, cria uma situação bastante particular nesse tipo de projeto de infraestrutura, uma vez que a tomada de decisão e aprovação de novas etapas de projeto são dependentes do monitoramento das instalações já realizadas e das condições da geológicas estudadas. Essa coordenação contínua pode ser onerosa, pois dificulta ainda mais o processo da gestão da comunicação entre empresa de projeto e setor de aprovação da Companhia Metropolitano de São Paulo.

Apesar dos esforços encontrados na empresa estudada para o correto gerenciamento de riscos e evitar o atraso do projeto, a obra da Linha Lilás do Metrô de São Paulo deveria ter sido entregue à população no término de 2014. É importante destacar que outros fatores podem ter sido causadores do atraso, agindo de forma conjunta, inclusive os problemas aqui apresentados. A nova previsão de entrega da obra do metrô é fim de 2018.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de projeto de obras subterrâneas, com foco em obras de transporte subterrâneo de massa, envolve diferentes agentes quando comparado ao processo de projeto de edificações tradicional, além de mobilizar uma grande quantidade de disciplinas. As disposições geotécnicas e outros fatores estruturais, inserem um grande grau de risco para esse tipo de empreendimento, que precisam ser gerenciados de forma adequada, para diminuir as incertezas que está presente nesse tipo de obra.

No estudo de caso, foram estruturados os diversos agentes que atuam durante o processo de projeto em obras subterrâneas de transporte. É possível perceber uma grande quantidade de agentes públicos que estão inseridos no contexto do projeto, que possuem interesses adversos para com o mesmo. Esse tipo situação foi descrito na bibliografia como sendo um fator negativo para o estabelecimento de prazos coerentes.

Apesar de todo o esforço para a utilização do PAT durante o processo de projeto executivo, foi possível perceber que existem falhas dentro da própria gestão da empresa de projeto, principalmente no que diz respeito aos padrões de trocas de arquivos, gestão da comunicação e a utilização das normas técnicas nacionais. Esse fator implica em atrasos dentro do próprio processo de projeto executivo da empresa e que poderia ser resolvido com um baixo esforço organizacional.

REFERÊNCIAS

DAWNSON, B. **Scope for Improvement 2011: Project risk – Getting the right balance and outcomes**. [S.l.], 2011.

FORD, B. **Overruns add millions to cost of state road projects**. 2010.

GRASSO, P. et al. **On the development of a risk management plan for tunneling**. In: ITA W.T.C. Sydney: [s.n.], 2002.

GRILO, L. M. **Modelo de análise da qualidade do investimento para projetos de parceria público-privada (PPP)**. Tese (Doutorado) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

GUGLIELMETTI, V. et al. **Mechanized Tunnelling in Urban Areas: Design methodology and construction control**. [S.l.]: Taylor & Francis, 2007.

JIMENEZ, B. S.; PAGANO, M. A. What factors affect management quality? state infrastructure management and the government performance project. **Public Works Management & Policy**, 2010.

KOCHEN, R. Gerenciamento de riscos em obra subterrâneas de engenharia. **Revista Engenharia**, v. 594, 2009.

MELHADO, S. B. **Qualidade de projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. Tese (Engenharia Civil) — Escola

Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1994.

RODE, P.; FLOATER, G. **Accessibility in cities: transport and urban form**. London: LSE Cities, v. 3, 2014.

SIEMIATYCKI, M. Managing optimism biases in the delivery of large-infrastructure projects: A corporate performance benchmarking approach. **European Journal of Transport and Infrastructure Research**, v. 10, p. 30–41, 2010.

SILVA, T. F. L. O **Processo de Projeto no Segmento de Projetos Industriais**. Dissertação (Mestrado) — Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

TZORTZOPOULOS, P. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo para a gestão do processo de projeto de edificações**. Dissertação (Mestrado) — Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1999.

YE, S.; TIONG, R. L. K. Npv-at-risk method in infrastructure project investment evaluation. **Journal of Construction Engineering and Management**, 2000.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PERCEPÇÃO DE CONFORTO AMBIENTAL EM ESPAÇOS SUBTERRÂNEOS[1]

FRANZ, Eliane (1); MARTAU, Betina (2)

(1) PROPAR-UFRGS, e-mail: elianecfranz@gmail.com; (2) PROPAR-UFRGS, e-mail: betina.martau@ufrgs.br

RESUMO

O desenvolvimento urbano recente produziu cidades que frequentemente são inconsistentes com os princípios do crescimento sustentável. Devido ao alto índice de urbanização, ocorrem problemas recorrentes de mobilidade, poluição, carência de espaços verdes e altos custos de infraestrutura. O aproveitamento de espaços subterrâneos pode gerar cidades mais compactas e eficientes. No Brasil, a saturação construtiva nos centros urbanos induz ao uso abaixo da superfície como alternativa. A grande limitação das arquiteturas enterradas é a dificuldade de levar ao subsolo condições de conforto ambiental e emocional equivalentes às da superfície. Este artigo tem como objetivo apresentar um estudo piloto sobre como os usuários percebem os aspectos de conforto ambiental em espaços subterrâneos. Aplicando questionários a cem moradores de Porto Alegre, os resultados mostraram que a percepção é convergente com o levantado na revisão teórica. Os resultados apontam para a iluminação como chave para garantir a satisfação dos usuários, sendo citada como o fator de conforto mais importante para um espaço subterrâneo de qualidade. O estudo buscou subsídios para uma pesquisa maior sobre como iluminar subsolos em clima tropical, estimulando a criação de cidades mais sustentáveis e compactas, sem sacrificar os fatores de conforto indispensáveis à saúde e ao bem-estar.

Palavras-chave: Iluminação. Espaços Subterrâneos. Conforto Ambiental.

ABSTRACT

The recent urban development has created cities that are often inconsistent with the principles of sustainable growth. Due to the high rate of urbanization, there are recurring problems of mobility, pollution, lack of green spaces and high infrastructure costs. The use of underground spaces can generate more compact and efficient cities. In Brazil, constructive saturation in urban centers induces the use of underground as an alternative. The main difficulty of this underground architecture is bringing the same environmental and emotional comfort as the surface. This one aims to present a pilot study on how users perceive the aspects of environmental comfort in underground spaces. By applying questionnaires to one hundred residents of Porto Alegre, the results demonstrated that the perception is convergent with raised by literature review. The analysis concluded that lighting is the key to ensuring user´s satisfaction, cited as the most important comfort factor for qualifying an underground space. The study sought subsidies for further research on how lighting underground spaces in tropical climate, encouraging the creation of more sustainable and compact cities, with all comfort factors, essentials for health and well-being.

***Keywords**: Lighting. Underground spaces. Environmental comfort.*

[1] FRANZ, Eliane; MARTAU, Betina. Percepção de conforto ambiental em espaços subterrâneos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Em 2014, a população mundial atingiu 7,2 bilhões de habitantes dos quais 54% vivem nas cidades. As estimativas para 2050 são de crescimento, quando 66% da população deverão viver em algum tipo de concentração urbana (UNITED NATIONS, 2014).

Para Kim (2010), a utilização do espaço subterrâneo para habitação é quase tão antiga quanto a existência de seres humanos. Segundo Maire *et al.* (2006) e Chow *et al.* (2002), ele surge como opção para compactar as cidades, enterrando algumas funções como transportes, comércio, espaços culturais e instalações de infraestrutura. Seu maior benefício seria liberar a superfície para usos mais nobres, como parques e áreas verdes, transcendendo a mera estratégia voltada ao conforto em climas severos, aplicada em construções mais primitivas. Ao serem removidas estruturas não atrativas como estradas, estacionamentos e estações de metrô, por exemplo, novos usos melhorariam o ambiente urbano.

A cidade com subterrâneos se desenvolveria de forma mais sustentável, ao eliminar o revestimento externo e impermeável das grandes construções, a poluição sonora e ao aumentar a economia de energia pelo princípio de inércia térmica. Para Horvat *et al.* (1997), além das questões técnicas e jurídicas, um dos fatores que dificultam a utilização do espaço subterrâneo é o aspecto psicológico da percepção dos usuários, geralmente negativa.

Diversas características que são, muitas vezes, de natureza subjetiva devem ser consideradas para melhorar a qualidade e a imagem do espaço subterrâneo, como melhor integração com a cidade superficial. Cultura e geografia, bem como o usuário, são pontos de partida fundamentais para projetar (DURMISEVIC, 2002).

Nos últimos vinte anos, diversos estudos (SOMMER, 1974; BOUBEKRI, 2014; BOYCE *et al.*, 2003; HOBDAY, 2007) têm documentado o efeito da luz no comportamento e na saúde das pessoas. Comprovam a preferência pela luz do dia e sua relação com a satisfação psicológica e o trabalho mais eficiente.

Porto Alegre possui grande concentração populacional e já existem projetos de ambientes subterrâneos expressivos em discussão. Entre eles o do metrô, que será a maior obra de infraestrutura urbana já realizada na cidade e o do estacionamento subterrâneo para 702 veículos junto ao famoso Auditório Araújo Viana, no Parque Farroupilha. Isso indica o crescimento da cidade para o subterrâneo e traz à tona a preocupação com a qualidade desses ambientes (MELO, 2014; SIMON, 2011).

Por tratar-se de aspectos de percepção subjetivos, e considerando que os aspectos climáticos e culturais são fundamentais e influenciam a percepção dos usuários, decidimos realizar este estudo como fonte de subsídios para uma dissertação de Mestrado que pretende identificar diretrizes sobre a forma de iluminar espaços subterrâneos mais adequados à cidade de Porto Alegre. A partir das percepções dos usuários levantadas no referencial

teórico em escala internacional, pretende-se estabelecer as bases de comparação com a realidade local.

2 A PERCEPÇÃO DO AMBIENTE ENTERRADO

De acordo com Narkhede (2010), enquanto o espaço subterrâneo é utilizado em todo o mundo e predominantemente para a atividade humana, poucas pesquisas referentes às respostas de pessoas para esses ambientes são realizadas na hora de projetar tais ambientes.

Sabe-se que trazem diversos benefícios ao utilizá-los como armazenamento, passagem de infraestrutura ou túneis de transporte, por exemplo. Entretanto, quando utilizados para atividades humanas, permanentes ou não, aspectos psicológicos precisam ser considerados. A imagem do espaço subterrâneo como algo escuro e úmido está enraizada na sociedade. Apesar de os exemplos modernos de ambientes enterrados serem geralmente bem ventilados e iluminados, a ideia do subterrâneo parece provocar algumas associações poderosas com o passado das cavernas, abrigos dos primitivos.

Para Carmody *et al.* (1993), há grande desconforto nos espaços subterrâneos quando são associados à morte e enterro. O receio de colapso estrutural, desorientação e a perda da conexão com o mundo natural também são fatores associados à percepção negativa, ainda mais quando a iluminação e ventilação natural são precárias. Paradoxalmente, os ambientes subterrâneos também evocam a associações positivas como a segurança e proteção quando relacionadas a seu papel como abrigo. Local sem distração e estimulante, por ser novidade, com ar de mistério e aventura, também são citados.

Segundo Narkhede (2010), seriam três os agravantes dos sentimentos negativos: falta de contato visual com o exterior, ausência de janelas e associações com a escuridão, frio, umidade e má qualidade do ar. Para Duffaut e Labbé (2002), as estruturas subterrâneas não possuem forma externa, carecem muitas vezes de cuidado arquitetônico e sofrem a pobre percepção do público. Kim (2010) reforça que o aspecto visual em termos de iluminação e as respostas humanas que ocorrem no ambiente subterrâneo são questões de grande preocupação.

3 IMPORTÂNCIA DA ILUMINAÇÃO NO PROJETO DE AMBIENTES SUBTERRÂNEOS

Segundo Kim (2010), enquanto a luz é somente uma das muitas características a serem consideradas no projeto na superfície, em espaços subterrâneos ela se torna fundamental. Decisiva para sentirmos a arquitetura (RASMUSSEN, 2002), a forma como um espaço está iluminado pode auxiliar a reduzir associações com a escuridão e amenizar as consequências negativas que a falta de janelas e de luz natural provoca na percepção dos usuários.

De acordo com Hobday (2007), descobertas recentes sobre iluminação e sua influência na saúde mudaram a maneira de viver e de trabalhar no ambiente construído. Elas confirmam que a iluminação tem um profundo

efeito tanto no nosso sistema imunológico quanto na manutenção dos ritmos circadianos e da nossa estabilidade emocional (ZONNEVELDT *et al.*, 2002). O sistema circadiano direciona nosso organismo com base na variação entre claro e escuro, sendo responsável pela adaptação do ser humano aos estímulos do meio. A abordagem convencional de iluminar voltada apenas à questão visual está obsoleta, podendo gerar problemas de saúde física e mental, como maior incidência de câncer e transtornos de humor (FARLEY *et al.*, 2001; GEERDINCK, *et al.*, 2006; HARDER, 2006; HOBDAY, 2007).

Para realizarmos processos metabólicos e produzirmos o hormônio cortisol, necessitamos de um mínimo de tempo diário em contato com iluminação natural mais intensa. Mas também necessitamos um período no escuro para produzirmos o hormônio melatonina. O ambiente luminoso ideal para viver e trabalhar seria inteiramente iluminado naturalmente durante o dia, garantindo o conforto visual. A possibilidade de contato visual com o exterior é emocionalmente benéfica, diminuindo o estresse, principalmente se incluídos elementos da natureza no campo da visão.

O estudo de Martau (2009) identificou os danos causados ao sistema circadiano em funcionárias de *shopping centers*, que se caracterizam por serem um espaço sem contato visual com o exterior. Além da quantidade, espectro, temperatura de cor, geometria, direcionalidade, duração da exposição e variabilidade influenciam no sistema circadiano.

A maior parte da luz útil em um ambiente não é diretamente vinda da fonte mas é a luz refletida pelas superfícies, fazendo com que as propriedades das superfícies, como textura, refletância e cor, afetem a luz que incide sobre elas e vice-versa (LASAUSKAITE *et al.*, 2015).

As tecnologias de condução da luz natural, denominadas tubos de luz (light pipes), possibilitam o transporte da luz. Esses sistemas conduzem a luz às zonas interiores da edificação, que podem ser de pequenas seções, tanto horizontalmente como verticalmente (figura 1). O uso desse sistema torna-se imprescindível em locais subterrâneos, cujos ambientes estão muito profundos para receber iluminação natural adequada (BAKER E STEEMERS, 2002).

Figura 1 - À esquerda a Praça Potsdamer e os dutos metálicos à noite, ao centro os dutos metálicos durante o dia e à direita o sistema "light pipe".

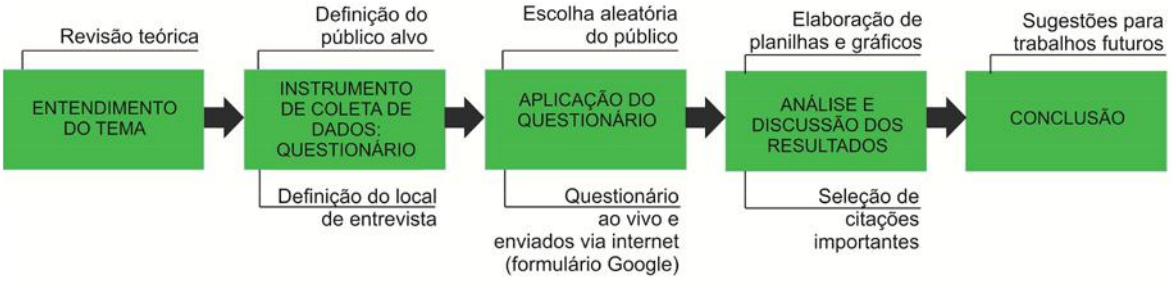


Fonte: Heliobus (2016)

4 METODOLOGIA

O objetivo do trabalho foi verificar a percepção de conforto ambiental em espaços subterrâneos dos moradores de Porto Alegre para identificar possíveis diferenças em relação ao levantado no referencial teórico internacional. O roteiro dos procedimentos do estudo seguiu conforme demonstrado na figura 2.

Figura 2 - Fluxograma dos procedimentos do estudo



Fonte: Autores

Foi realizada uma revisão de literatura através de artigos, periódicos, livros, jornais e via portais de pesquisa na web, utilizando palavras-chave cruzadas como *lighting*, *underground spaces*, *light pipes* e *user perception*. A partir dela foi elaborado um questionário sob o ponto de vista arquitetônico e de conforto dos usuários, enfatizando as questões de iluminação. Ele foi aplicado através de formulários enviados via internet, utilizando a ferramenta Google Formulários, no período de 10 a 25 de janeiro de 2016. A pesquisa aplicada foi principalmente de caráter quantitativo, com questões de múltipla escolha (fechadas) e dissertativas (abertas), a fim de compreender a opinião da população sobre o assunto. As perguntas abertas foram categorizadas através da identificação de palavras-chaves comuns a fim de permitir o agrupamento por similaridade entre os grupos de respostas. Os dados das perguntas de múltipla escolha foram tabulados em planilhas com o software Excel, a partir das quais foram gerados gráficos síntese com os resultados para análise visual direta.

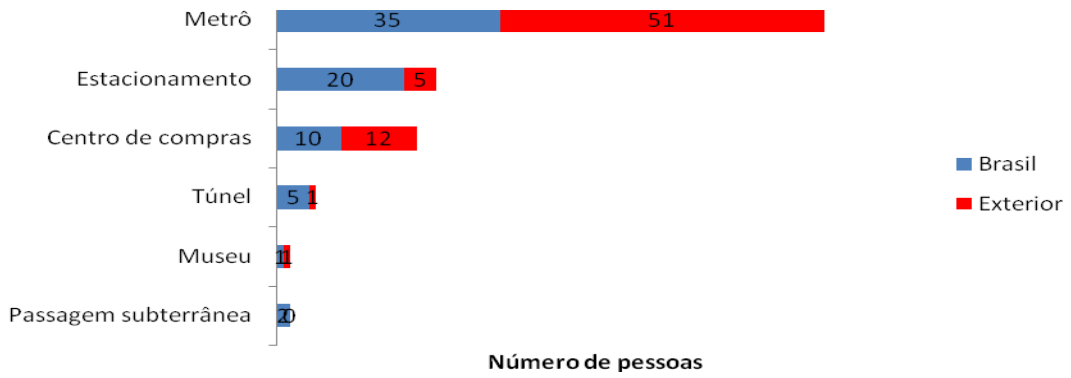
A amostra de 123 pessoas entre 18 e 65 anos, foi selecionada através de listas de e-mails para grupo de alunos, amigos e professores, englobou um público de diversas profissões e faixas etárias.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aceitação da pesquisa foi bastante positiva, sendo grande a adesão ao estudo. A questão inicial foi sobre a frequência a um ambiente enterrado, sendo que 97% dos entrevistados responderam que já estiveram em espaços subterrâneos como estações de metrô, centros de compras, estacionamentos, túneis ou passagens subterrâneas, tanto no Brasil quanto no exterior (foram citados diversos países da Europa, América do Norte e a Austrália). Um dos entrevistados mencionou estações de metrô ligadas ao centro de compras como sendo locais aprazíveis e vivenciados como positivos em Berlim.

Os usos subterrâneos no Brasil mais frequentados pelos entrevistados (Figura 3) foram as estações de metrô, com 35 citações, seguido pelos estacionamentos subterrâneos, com 20 respostas. Houve citações de estações de metrô no exterior, bem como centros de compras, museus, túneis e passagens subterrâneas. Esses ambientes eram citados como locais de qualidade, onde o usuário sentia-se aconchegado. Estações de metrô (51 respostas) e centro de compras (12 respostas) foram os ambientes subterrâneos mais frequentados no exterior.

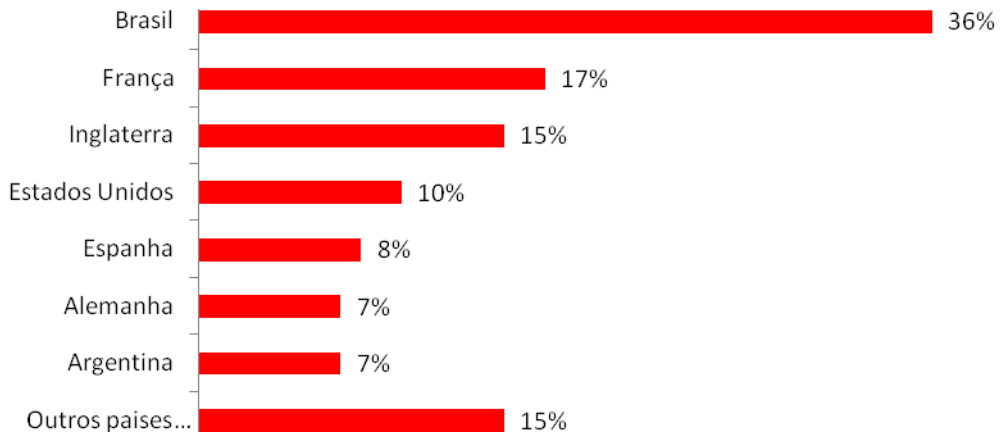
Figura 3 - Número de pessoas que frequentaram espaços subetrrâneos no Brasil e no exterior



Fonte: Autores

O país em que os entrevistados mais frequentaram espaços subterrâneos foi o Brasil, com 36% das respostas (figura 4), sendo em sua maioria citados os metrôs do Rio de Janeiro, de São Paulo e de Porto Alegre. Em seguida, a França obteve 17% das respostas, sendo principalmente citados os metrôs em Paris. Foram citadas como locais interessantes no exterior as estações de metrô diretamente ligadas a centros de compras.

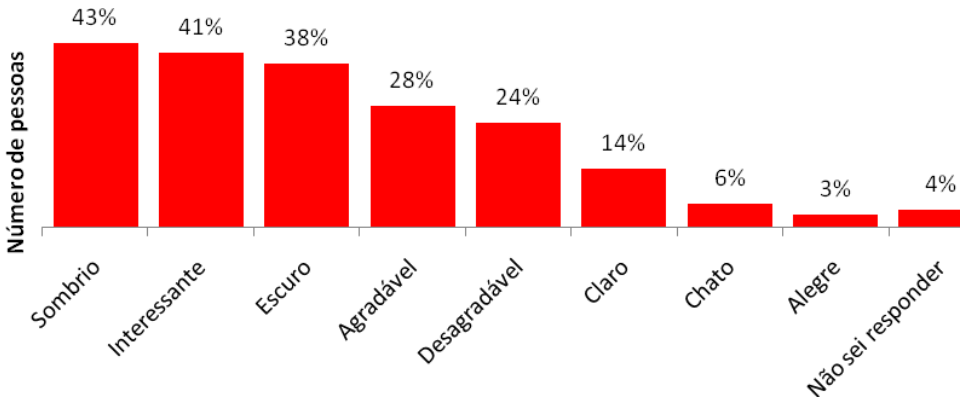
Figura 4 - Países onde frequentaram espaços subterrâneos (%)



Fonte: Autores

Ao serem questionados sobre as impressões ao se utilizar um espaço enterrado (figura 5), com opções de múltipla escolha, as características mais mencionadas foram: "sombrio", com 43% de respondentes, e logo após "interessante", com 41% das respostas. Ou seja, as respostas demonstram que as pessoas estão abertas para utilizar os subterrâneos, porém ainda têm a imagem mental de que os mesmos são escuros, característica ambiental que apareceu em terceiro lugar, indicada por 38% dos respondentes. O baixo percentual de respostas sobre aspectos positivos - como a característica "alegre", que foi a de menor número de respostas (3%), e "clara" (14%) - indica uma tendência a não perceber esses espaços como atrativos.

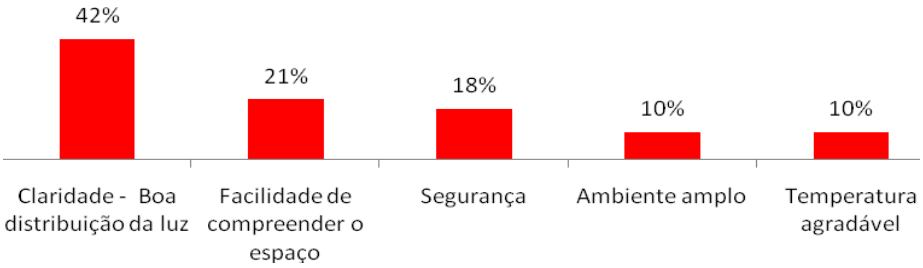
Figura 5 - Características atribuídas a espaços subterrâneos (%)



Fonte: Autores

A figura 6 demonstra que 42% das pessoas da amostra consideraram a claridade ou boa distribuição da iluminação o aspecto mais importante para garantir a qualidade de um espaço subterrâneo, destacando-se dos demais. A facilidade de compreender o espaço apareceu como a segunda característica mais importante, obtendo 21% das respostas, seguido de segurança (18%) e de ambiente amplo e temperatura agradável, ambos com 10% das respostas. Interessante observar que a temperatura não foi fator relevante, o que pode estar relacionado às temperaturas muito variadas entre inverno e verão em Porto Alegre.

Figura 6 - Características mais importantes que devem estar presentes em um ambiente enterrado (%)

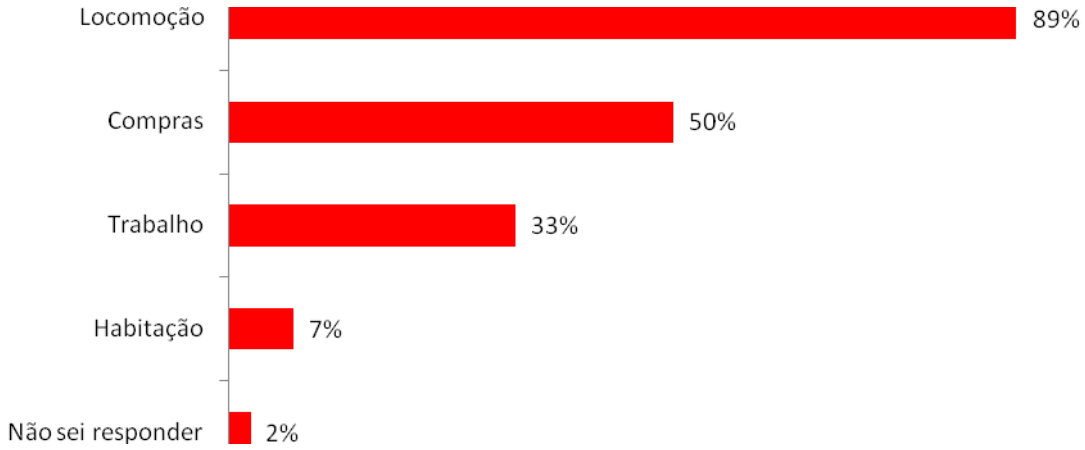


Fonte: Autores

Ao serem questionadas sobre já terem trabalhado em ambientes subterrâneos, 96% das pessoas responderam que não e apenas 3%, que sim. As que já trabalharam relataram turnos de seis a sete horas diárias em escritórios ou comércio - principalmente em *shopping centers*. Elas afirmaram sentir falta da iluminação natural e da orientação temporal fornecida pelo contato visual com o exterior, bem como a informação sobre o clima. Essa desorientação causada pela falta de informação visual para atender as necessidades biológicas de informação visual (LAM, 1977) foi relatada como o maior incômodo da experiência. Novamente aspectos relacionados com a luz natural aparecem como fundamentais para garantir conforto emocional em espaços enterrados.

Quando questionados sobre qual atividade desenvolveriam em ambientes de subterrâneos (figura 7), destacaram-se a locomoção, com 89% das pessoas, seguido da utilização como espaço de comércio (50%). Trabalhar e morar são os usos com menor aceitação, sendo 33% e 7%, respectivamente. Fica óbvia a maior aceitação para espaços de uso transitório ou de passagem e a natural recusa em utilização do espaço enterrado como alternativa para usos de maior permanência. Somente 7% dos entrevistados morariam em um ambiente enterrado, apesar de diversos exemplos serem encontrados em civilizações passadas (D'ANGELIS, 2014).

Figura 7 - Atividades a serem desenvolvidas em ambientes subterrâneos (%)



Fonte: Autores

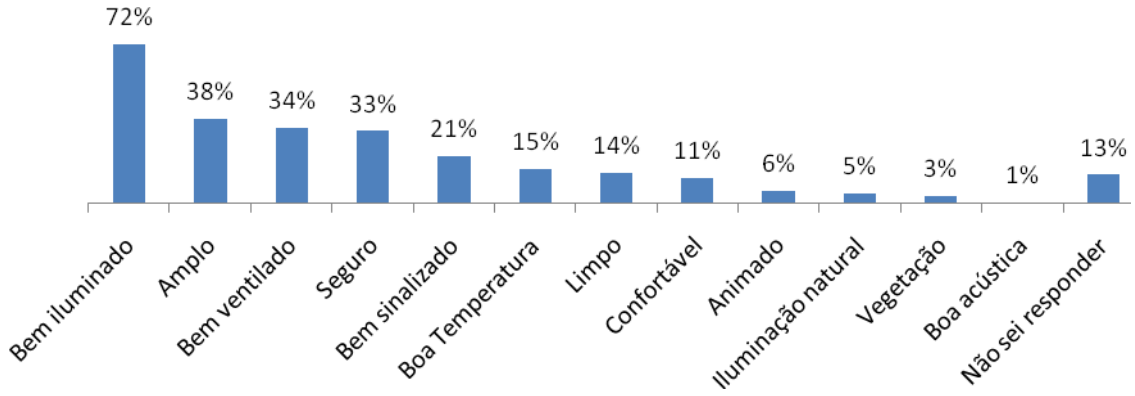
Ao ser questionada a respeito de quais características deveria possuir um ambiente subterrâneo ideal (figura 8), a maioria das pessoas descreveu um "ambiente bem iluminado", com 72% das respostas, confirmando as respostas anteriores e convergindo com os estudos do referencial teórico. Interessante observar que, apesar do desejo de uma iluminância "adequada", somente 5% imaginam que a luz natural seria a responsável pela boa iluminação. Nas respostas anteriores, os entrevistados que já permaneceram em ambientes enterrados por turnos maiores foram enfáticos em relação à questão da falta de contato visual com o exterior como grande problema do espaço subterrâneo. Esse dado é importante porque,

dependendo da profundidade do espaço, é impossível manter contato visual com o exterior. Estratégias de reconectar o ambiente enterrado com o natural deverão ser estudadas, como a presença de vegetação ou imagens de natureza, uma vez que já se sabe que uma imagem mental é capaz de provocar sensações como o estímulo real (FARAH, 1989; FINKE, 1985; GANIS, 2004).

Aspectos como "amplo" e "bem ventilado" seguem importantes, obtendo 38% e 34% das respostas, respectivamente. Novamente a temperatura do ambiente não se destaca, totalizando apenas 15% de respostas assinaladas.

A importância de um ambiente subterrâneo não provocar a sensação de claustrofobia foi mencionada, convergindo com a resposta anterior em que o ambiente amplo era a característica importante para 38% dos votos (Figura 8). Outro entrevistado mencionou ser importante que um ambiente subterrâneo pareça com um ambiente externo, explicitando novamente a necessidade de conexão com o meio natural. Alguns usuários reforçaram a opinião de que o ambiente subterrâneo não deve ser um lugar de permanência, por causar desconforto. Houve uma observação interessante sobre a importância de um ambiente enterrado não passar a sensação de risco de desabamento, conforme citado na revisão teórica, sugerindo que essa é uma percepção que independe de local ou cultura em se tratando de subsolos. Aspectos de conforto relacionados à acústica não apareceram de forma significativa nas entrevistas, sendo apontados por apenas 1% dos respondentes.

Figura 8 - Características que definiram um ambiente subterrâneo ideal (%)



Fonte: Autores

Os resultados obtidos na amostra deste estudo quanto as percepções dos usuários em relação ao conforto de espaços subterrâneos foram convergentes com os dados da revisão teórica com estudos internacionais. Apesar da localização geográfica e cultura muito diversa dos estudos revisados, os dados obtidos mostraram impressões semelhantes. Embora as percepções negativas tenham predominado, foram mencionados alguns aspectos positivos de se construir no subterrâneo, como o sentimento de proteção e o isolamento para maior concentração, um ambiente interessante e estimulante como local para exposição de obras de arte e

apresentações musicais, um ambiente protegido do clima, da chuva e animado.

Apenas dois entrevistados que frequentaram os centros comerciais e utilizaram o transporte subterrâneo de cidades no Canadá, como Montreal e Toronto, classificaram os espaços visitados como interessantes, agradáveis, alegres e claros. Essas cidades são reconhecidas como referências na construção de ambientes subterrâneos de qualidade e por possuir legislação específica para isso (BESNER, 2007). Tal opinião contraria outra expressiva maioria que classificou os subterrâneos visitados com características como escuros e sombrios, o que reforça a ideia da pesquisa de que é possível sim criar ambientes subterrâneos que sejam aprazíveis para o usuário.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento de espaços subterrâneos de qualidade pode ser uma das mais significativas maneiras de lidar com os grandes problemas urbanos atuais, como a falta de mobilidade, poluição, redução dos espaços abertos e verdes, bem como a acomodação de redes de infraestrutura urbana que demandam grandes áreas. Contudo, o projeto desses ambientes deve considerar a presença de pessoas e sua pouca disposição de viver e trabalhar no que é percebido como um ambiente hostil.

O estudo apontou a iluminação – mesmo que elétrica - como o principal fator de conforto ambiental a ser considerado para que se tenha uma percepção positiva do espaço, reforçando a hipótese de que novos estudos são necessários para tornar a utilização de subsolos uma realidade no Brasil, desenvolvendo projetos que sejam capazes de garantir as mesmas condições de conforto ambiental de arquiteturas construídas na superfície. Espera-se que a divulgação dos resultados deste estudo estimule arquitetos a encararem o projeto da construção enterrada muito além das questões meramente estruturais, entendendo que o desafio de garantir as condições de conforto ambiental nesses espaços exigirá o domínio de tecnologias de sistemas de iluminação mais complexos, mas ao mesmo tempo grande sensibilidade para lidar com aspectos subjetivos envolvidos no tema das arquiteturas enterradas.

REFERÊNCIAS

BAKER, N. *et al*. **Daylight Design of Buildings**. James & James LTD, London, 2002.

BESNER, Jacques. **Develop the underground space with a master plan or incentives**. In: 11th ACUUS Conference. 2007. p. 10-13.

BOUBEKRI, Mohamed. **Daylighting Design: Planning Strategies and Best Practice Solutions**. USA: Birkhauser Architecture, p. 85-93, 2014.

BOYCE, Peter; HUNTER, Claudia; HOWLETT, Owen.**The Benefits of Daylight through Windows.** Lighting Research Center, Rensselaer Polytechnic Institute. Capturing the Daylight Dividend Program. Troy, NY, EUA: p. 8-31, 2003.

CARMODY, J and STERLING, R. **Underground Space Design – A Guide to Subsurface Utilization and Design for People in Underground Spaces.** Van Nostrand Reinhold, New York. 1993.

CHOW, F. C. *etal.* **Hidden aspects of urban planning: utilization of underground space**. In: Proc. 2nd Int. Conference on Soil Structure Interaction in Urban Civil Engineering. 2002.

D'ANGELIS, Wilmar R.; SANTOS, Juracilda. **Habitação e acampamentos Kaingang hoje e no passado**. Revista Cadernos do Ceom, v. 17, n. 18, p. 213-242, 2014.

DUFFAUT, P.; LABBE, M. **From underground road traffic to underground city planning**. In: Proceedings of the International Conference Urban Underground Space: a Resource for Cities. 2002.

DURMISEVIC, Sanja. **Perception Aspects in Underground Spaces using Intelligent Knowledge Modeling**.Thesis Delft University of Technology - With ref. - With summary in Dutch.Sarajevo, Bosnia Herzegovina, p. 1-2, 2002.

FARAH, Martha J. **The neural basis of mental imagery**. Trends in neurosciences, v. 12, n. 10, p. 395-399, 1989.

FARLEY, K.; VEITCH, J.**A room with a view: a review of the effects of windows on work and well-being**. Ottawa, Canada: Institute for Research in Construction, 2001.

FINKE, Ronald A. **Theories relating mental imagery to perception**. Psychological Bulletin, v. 98, n. 2, p. 236, 1985.

GANIS, Giorgio; THOMPSON, William L.; KOSSLYN, Stephen M. **Brain areas underlying visual mental imagery and visual perception: an fMRI study**. Cognitive Brain Research, v. 20, n. 2, p. 226-241, 2004.

GEERDINCK, L. M.; SCHLANGEN, L. J. M. **Well-being effects of high color temperature lighting in office and industry**. In: CIE EXPERT SYMPOSIUM ON LIGHTING AND HEALTH 2., 2006, Ottawa. Proceedings. Vienna: Commision Internationale de L´Eclairage, p.126-130.

HARDER, B. **Bright Lights, Big Cancer**. Science News, v. 169, n. 1, p. 8, jan. 2006.

HELIOBUS. **Heliobus daylight systems**.Suiça.2016. Disponível em <http://www.heliobus.com/en/light-engineering.html> Acesso em 10 jan. 2016.

HOBDAY, Richard. **The Light Revolution: Health, Architecture and the Sun**. Findhorn Press, 2007.

HORVAT, E and KROGT, R. van der., eds. 1997. **Strategische Studie Ondergronds Bouwen (Strategic Study Use of the Underground Space).**

KIM, Gon; KIM, JeongTai.**Visual environment within the already-built underground development in South Korea**. Indoor and Built Environment, v. 19, n. 1, p. 184-191, 2010.

LAM, William. **Perception and lighting as formgivers for architecture**. McGraw-Hill, 1977.

LASAUSKAITE SCHÜPBACH, Ruta; REISINGER, Markus; SCHRADER, Björn**. Influence of lighting conditions on the appearance of typical interior materials**. Color Research & Application, v. 40, n. 1, p. 50-61, 2015.

MAIRE, Pierrick; BLUNIER, Pascal. **Underground planning and optimization of the underground ressources' combination looking for sustainable development in urban areas**. In:Going Underground: Excavating the Subterranean City. 2006.

MARTAU, Betina Tschiedel. **A luz além da visão**. Lume Arquitetura, São Paulo, v. 38, 2009.

MELO, Itamar. **Trajeto do metrô de Porto Alegre até a FIERGS volta a ser discutido**. Zero Hora. Porto Alegre. Dez. 2014. Disponível em < http://zh.clicrbs.com.br/rs/porto-alegre/noticia/2014/12/trajeto-do-metro-de-porto-alegre-ate-a-fiergs-volta-a-ser-discutido-4667150.html > Acesso em 20 jan. 2016.

NARKHEDE, P and NANDE, V. **Study of Psychological Impact of Underground Habitable Structure on its users**. Architecture - Time Space & People, Pune. 2010. Proceedings… Eindhoven, 2002.

RASMUSSEN, Steen Eiler. **Arquitetura vivenciada**. Martins Fontes, 2002.

SIMON, Gilberto. **Estacionamento subterrâneo do Ramiro Souto tramita na Prefeitura**. Porto Imagem. Porto Alegre. Jun. 2011. Disponível em <https://portoimagem.wordpress.com/2011/06/06/estacionamento-subterraneo-do-ramiro-souto-tramita-na-prefeitura/ > Acesso em 20 jan. 2016.

SOMMER, Robert. **Tight spaces: Hard architecture and how to humanize it.** Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1974.

UNITED NATIONS, **World Urbanization Prospects**.2014 Disponível em: **<http:/** /esa.un.org/unpd/wup/highlights/wup2014-highlights.pdf **> Acesso: 20** nov.2015.

ZONNEVELDT, L.; ARIES, M. B. C. **Application of healthy lighting in working place**. In: SYMPOSIUM LIGHT AND HEALTH IN THE WORKING ENVIRONMENT, 2002, Eindhoven. Proceedings… Eindhoven, 2002.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE EDIFÍCIO DE APARTAMENTOS ANTIGO NA CIDADE DE SÃO PAULO: O USO DAS OPINIÕES DOS USUÁRIOS NA REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS[1]

GALVÃO, Walter J. Ferreira (1); ORNSTEIN, Sheila Walbe (2)

(1) UNINOVE, e-mail: waltergalvao@uni9.pro.br; (2) FAUUSP, e-mail: sheilawo@usp.br

RESUMO

A reabilitação de edifícios é uma realidade nas cidades brasileiras, ciosas da preservação do seu patrimônio arquitetônico. Porém, a predominância dos edifícios habitacionais existentes, particularmente nas regiões centrais das cidades, foi construída há mais de cinquenta anos, adequados aos regulamentos, tecnologias e modos de vida da época, sendo necessária a verificação das potencialidades e limitações nas adaptações às demandas domésticas contemporâneas. Assim, por se basear na coleta das opiniões e observações dos usuários dos ambientes construídos, os métodos e técnicas da Avaliação Pós-Ocupação (APO) podem se constituir em fontes de consulta para profissionais envolvidos nos processos de projeto e construção voltados à reabilitação de edifícios, sendo necessária a ampliação de pesquisas voltadas ao assunto. Esta pesquisa, integrante de tese de doutorado, objetivou a obtenção de opiniões e expectativas de usuários/moradores de edifício de apartamentos antigo ainda em uso no centro da capital paulista quanto aos aspectos de desempenho da edificação. Verificou-se a percepção dos usuários/moradores nas questões construtivas e funcionais, bem como a satisfação desses para com o edifício e sua vizinhança próxima, justificando a opção pelo uso de edifícios antigos e podendo gerar informações úteis para o processo de projeto de reabilitação de edifícios habitacionais.

Palavras-chave: Reabilitação de edifícios, Avaliação Pós-Ocupação, Edifícios de apartamentos antigos.

ABSTRACT

The rehabilitation of buildings is a reality in Brazilian cities that want to preserve its architectural heritage. But almost all of existing residential buildings, particularly in the downtown, is over fifty years old, with regulations, technologies and ways of life appropriate for the time of their design and built. Is important to check their potential and limitations in adaptations to contemporary domestic demands. Thus, because it is based on collecting the views and comments of the users of the built environment, methods and techniques of Post Occupancy Evaluation (POE) constitute important sources of consultation for professionals involved in design process aimed at rehabilitation of buildings, requiring the expansion of research focused on this subject. This research, which is part of a doctoral dissertation, aimed to obtain opinions and expectations of users of an old residential building still in use at São Paulo downtown regarding the performance aspects of the built environment. It was verified the perception of users / residents about the constructive and functional issues as well as the satisfaction of these users towards the building and its neighborhood, justifying the option to

[1] GALVÃO, Walter J. Ferreira; ORNSTEIN, Sheila Walbe. Avaliação Pós-Ocupação de edifício de apartamentos antigo na cidade de São Paulo: o uso das opiniões de usuários na reabilitação de edifícios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

use the old buildings and generating useful information for rehabilitation design process of residential buildings.

***Keywords**: Rehabilitation of buildings, Post Occupancy Evaluation, Old residential buildings.*

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação de edifícios para uso habitacional é uma realidade nas cidades brasileiras, principalmente no Rio de Janeiro e em São Paulo que contam com um considerável parque imobiliário edificado, porém subutilizado, particularmente em suas regiões centrais.

Dentre as justificativas para uso deste parque imobiliário existente podem ser citados aspectos ambientais, pois, considerando que os resíduos de demolição são responsáveis por 50% de todo o resíduo sólido gerado em nosso país (ULSEN, 2006), sem demolições não haverá aumento na produção desses resíduos. De mesmo modo, cita-se a manutenção do patrimônio histórico-arquitetônico, haja vista se fazer necessário criar identidades urbanas contínuas a partir da manutenção do patrimônio arquitetônico existente nas cidades (GHIRARDELLO e SPISSO, 2008).

Porém, a maioria dos edifícios de apartamentos existentes nos centros das duas maiores cidades brasileiras foi construída há mais de cinquenta anos, sendo adequados aos regulamentos, tecnologias e, principalmente, aos modos de vida da época de seus projetos e construções. É premente, portanto, a verificação de suas potencialidades e limitações nas adaptações às demandas domésticas contemporâneas, o que corrobora a essência da "reabilitação de edifícios" que é definida como "prover um edifício antigo de atributos compatíveis aos de um edifício novo" (RODERS, 2007).

Deste modo, por se basear na coleta das opiniões e observações dos usuários dos ambientes construídos, os métodos e técnicas da Avaliação Pós-Ocupação (APO) podem se constituir em importantes fontes de consulta para profissionais envolvidos nos processos de projetos voltados às reabilitações de edifícios, sendo necessária a ampliação do ainda pouco explorado tema em pesquisas utilizando APO (GALVÃO, ORNSTEIN e ONO in VILLA e ORNSTEIN, 2013).

Esta pesquisa teve como objetivo a obtenção de opiniões e expectativas de usuários/moradores de edifício de apartamentos antigo ainda em uso no centro da capital paulista quanto aos aspectos de desempenho do ambiente construído, utilizando os métodos e técnicas de APO, particularmente a aplicação de questionários e a de entrevista em grupo, sendo usados, assim, um instrumento quantitativo e outro, qualitativo.

Igualmente verificou-se a satisfação dos usuários/moradores para com o edifício e sua vizinhança próxima, justificando a opção pelo aproveitamento de parques já edificados e gerando informações que podem ser úteis para o processo de projeto de reabilitação de edifícios habitacionais.

Figura 1 – Objeto de estudo

2 OBJETO DE ESTUDO

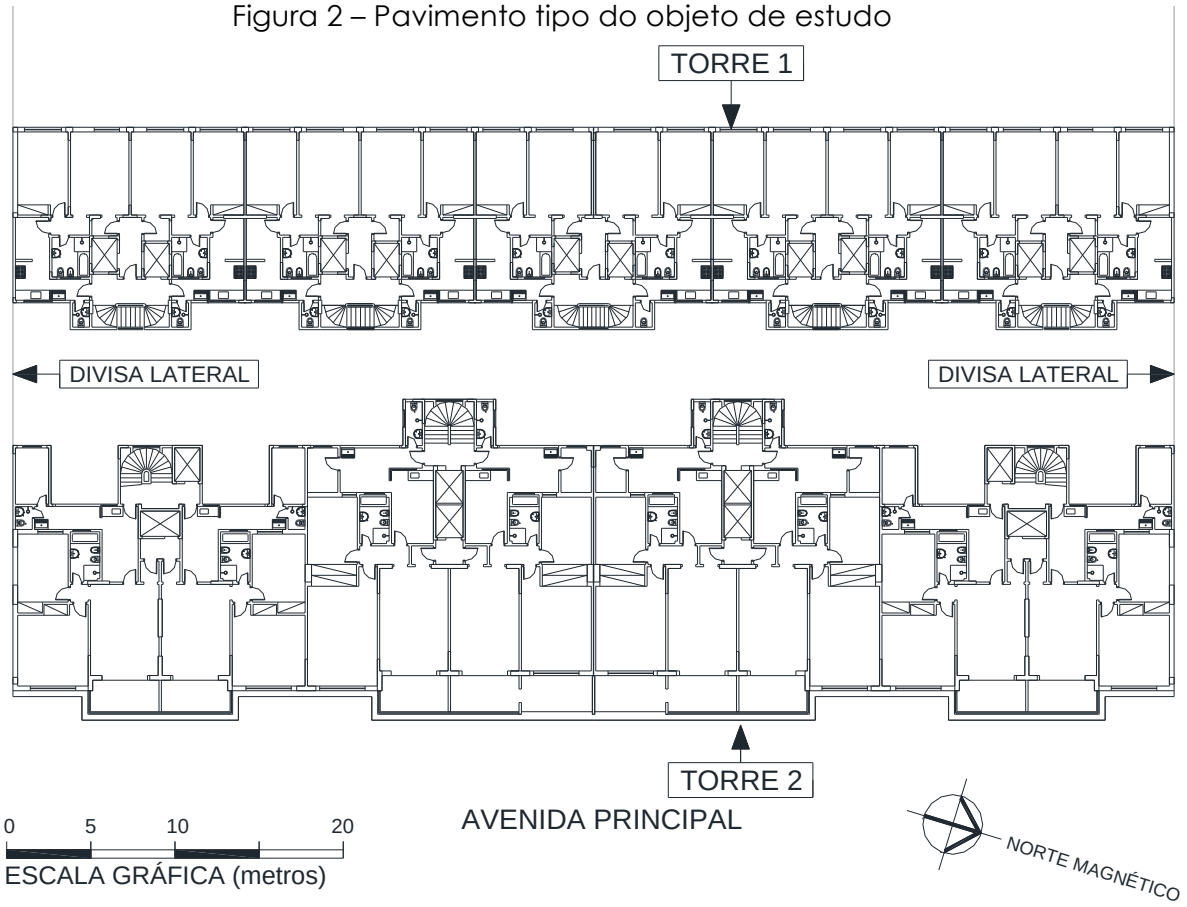
A reabilitação de edifícios envolve ações necessárias para atualizações em edificações antigas, ou seja, onde já ocorreu um esgotamento de sua vida útil quando, segundo a NBR 15575 (ABNT, 2013), um edifício deixa de cumprir as funções que lhe forem atribuídas. Ainda segundo a referida norma, a vida útil de um edifício habitacional é limitada a cinquenta anos, o que se baliza como o tempo cronológico para definição de um edifício passível de ações de reabilitação (GALVÃO, ORNSTEIN e ONO in VILLA e ORNSTEIN, 2013).

Desse modo, o edifício foi projetado e construídos na década de 50 do século XX. Localizado no centro da cidade de São Paulo, o prédio é composto por duas torres de apartamentos (Figura 2), com 24 andares e 312 unidades habitacionais de um, dois e três dormitórios.



No pavimento térreo há uma galeria comercial, com 26 estabelecimentos e existe um subsolo com 118 vagas de estacionamento de automóveis. Por fim, convém salientar que o edifício possui 46.570m² de área construída em terreno de 3.634m².

Figura 2 – Pavimento tipo do objeto de estudo



3 MÉTODOS E TÉCNICAS

Vários são os métodos e técnicas utilizadas em pesquisas de APO para obtenção das opiniões e impressões dos usuários sobre os ambientes construídos. A escolha por uma ou outra, depende de alguns fatores como técnica construtiva, climatologia do local, etc. Os procedimentos metodológicos podem ser utilizados de maneira isolada, porém, algumas vezes, é necessária a aplicação de um conjunto delas para confirmações ou complementações de dados, oferecendo maior confiabilidade aos resultados (diagnósticos).

Foi elencada a aplicação de questionários junto aos moradores e de entrevista em grupo. Métodos quantitativos, como a aplicação e a tabulação de resultados de questionários, investigam com maior variedade os fenômenos e determinam a confiabilidade das medidas adotadas. Já os qualitativos, aqui representados pela entrevista e grupo, validam as informações através da possibilidade de confrontos de opiniões (CAVALCANTE e ELALI, 2011).

Antes da aplicação dos instrumentos escolhidos, foram feitos os primeiros contatos com a administração do condomínio, quando se apresentaram os objetivos da pesquisa, a intenção de realizá-la no edifício e feitas entrevistas semiestruturadas com pessoas chaves no processo de manutenção, tais como o síndico, o zelador e moradores antigos. Igualmente foram analisados documentos e fotos da obra e verificadas sistematicamente as peças gráficas dos projetos originais.

O procedimento metodológico foi aplicado no objeto de estudo entre 01/2009 e 02/2010.

3.1 Elaboração e aplicação de questionários

O questionário adotado tratava-se de um roteiro com 47 perguntas e, da questão 1 a 9 e da 17 até a 28, foram utilizadas escalas de avaliação verbal, com quatro variáveis indo do péssimo ao ótimo, passando por ruim e bom, acompanhados do NSA. As questões 10 e 11 diziam respeito às possíveis reformas executadas nos apartamentos e as questões 12 a 15 eram sobre a suficiência, ou não, de pontos de tomadas e telefone. Da questão 29 até 32 os questionamentos eram sobre vantagens e desvantagens de morar no centro de São Paulo e da questão 33 até 36 sobre a utilização, ou não, da galeria comercial existente no térreo do edifício. As questões 1 até 17 eram sobre o apartamento e das questões 18 até 28 sobre o edifício. Por fim, as últimas 11 questões eram sobre os perfis dos respondentes, usos de equipamentos eletroeletrônicos e estacionamento de veículos.

Na aplicação depositou-se nas caixas de correio de todos os apartamentos os questionários, juntamente com carta explicativa da pesquisa. Vale acrescentar que só seriam consideradas famílias que morassem a, pelo menos, um ano no apartamento. Dos 312 apartamentos, 13 estavam desocupados ou os moradores moravam a menos de um ano nele no

momento da entrega dos questionários. O universo adotado, portanto, foi de 299 unidades.

A amostra final contou com 81 apartamentos, ou seja, 27% do universo, sendo 57% de apartamentos até o 12º andar e 43% acima do 12º andar.

3.2 Entrevista em grupo

Foram consideradas as recomendações básicas descritas por Krueger e Casey (2009), a saber:

I- Tamanho do grupo – Pequeno o suficiente para que cada um tenha oportunidade de expor sua opinião. Para o objeto de estudo optou-se em fazer um convite para todos os moradores, haja vista não haver a certeza da presença de um número representativo de pessoas. Participaram da reunião doze moradores

II- Características dos indivíduos – Deve ser homogêneo e ter interesses comuns. No caso da pesquisa o assunto comum ao grupo era o fato de todos serem moradores do objeto de estudo e terem interesse nas condições de habitabilidade no edifício.

III- Focar o assunto de interesse – O assunto deve ser cuidadosamente explicitado. Foi feita, inicialmente, uma apresentação da história do edifício. A seguir foram apresentados os resultados das tabulações dos questionários por item. Para cada item apresentado eram abertas discussões livres sobre os resultados.

Também, por recomendação de Krueger e Casey (2009), o ambiente de realização da entrevista em grupo deve ser adequado aos participantes para que se sintam confortáveis e encorajados a comparecer. Foi escolhida a área de lazer na cobertura do edifício e o horário marcado era a partir das 19h00min, sendo informado pelo zelador que nesta hora a maior parte dos moradores já havia retornado de suas atividades do cotidiano. Também era oferecido, antes do início das discussões, um *coffee break* aos participantes.



Figura 3 – Entrevista em grupo: moderador e participantes. Fonte – Valéria Bonfim.

4 RESULTADOS

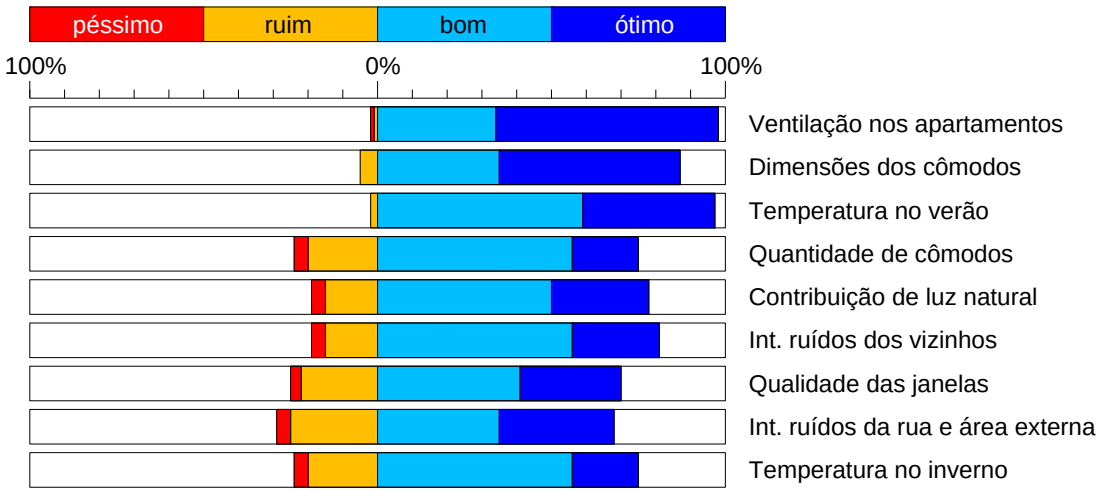
4.1 Aplicação de questionários

A média de moradores por apartamento da amostra foi de 1,83 moradores, sendo que prevalecem apartamentos com um morador (43%) sendo que 51% dos moradores é do sexo feminino e 49% do masculino.

Gráfico 1 – Preferencias dos usuários quanto ao apartamento

44% dos moradores dos apartamentos não possuem automóvel e 50% tem apenas um automóvel. Grande parte (75%) dos proprietários de automóveis da amostra estaciona nas garagens do edifício e 18% em estacionamentos na vizinhança. Ainda, 69% da amostra é proprietária do seu apartamento, sendo 31% inquilinos.

Dos itens relativos ao apartamento quase todos tiveram avaliações positivas, com percentuais de respostas "ótimo" e "bom" sempre acima de 70%. O item "interferência de ruídos da rua e áreas externas no apartamento" teve o maior percentual de respostas negativas, com 29% de "ruim" e "péssimo". Convém salientar que os itens "temperatura no inverno" e "qualidade das janelas" também alcançaram um número significativo de avaliações negativas, sendo 24% e 25% respectivamente (Gráfico 1).



Os itens que se destacaram com avaliações positivas foram "temperatura no verão", "dimensão dos cômodos" e "ventilação nos cômodos", com percentual de respostas "ótimo" e "bom" sempre acima de 85%.

A maioria dos usuários/moradores da amostra está satisfeita com seu apartamento, pois 98% responderam "ótimo" ou "bom" no quesito "satisfação com o apartamento". Quanto às "impressões sobre o local onde mora", 48% dos usuários/moradores informou que não existe nenhum incômodo e 52% sente-se incomodado, sendo que o motivo mais citado (20%) foi "má conservação da Avenida (lixo) e a presença de mendigos", seguido de "barulho da praça " e "elevadores antigos", ambos com 10% de citações.

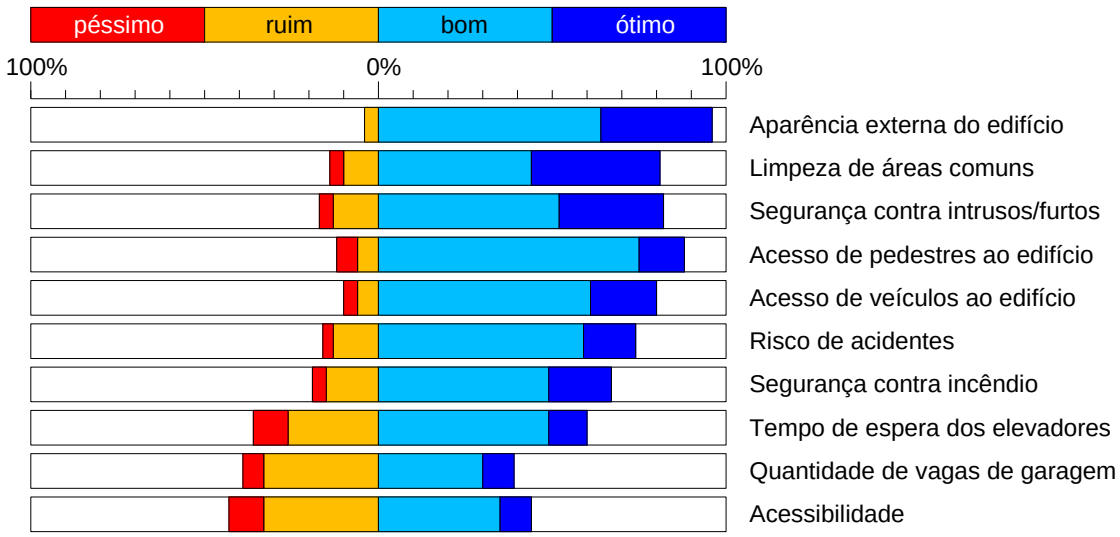
No edifício os itens que se destacaram com avaliações negativas foram acessibilidade para pessoas com deficiência, quantidade de vagas para estacionamento e tempo de espera dos elevadores, com 43%, 45% e 36% de respostas "ruim" e "péssimo", respectivamente (Gráfico 2).

Os itens "segurança quanto à entrada de estranhos/furtos", "estado de conservação e limpeza de áreas comuns" e "aparência externa do edifício",

se sobressaíram com avaliações positivas para os usuários/moradores da amostra, com respostas "ótimo" e "bom" sempre acima de 80%.

Gráfico 2 – Preferencias dos usuários quanto ao edifício

Destaca-se o grande número de respostas "NSA" para os itens segurança contra incêndio (14%) e acessibilidade (13%). Em dois questionários verificou-se que os usuários/moradores escreveram ao lado das opções de respostas fechadas para o item segurança contra incêndio, que não se sentiam capazes de avaliar o item, pois desconheciam as Leis.



Quanto às reformas nos apartamentos, ou a intenção de fazê-lo, 68% dos usuários/moradores da amostra responderam positivamente e 32% não. As intervenções mais citadas foram "mais um quarto" (17%), "aumento de quarto" (13%) e "criação de suíte" (9%) ou "mais um banheiro" (9%).

Dos pontos de telefone 72% dos usuários/moradores acham-nos suficientes e 28%, não. Mesmo que exista uma pequena maioria (58%) de usuários/moradores que considera a quantidade de tomadas existentes suficientes as suas necessidades, 75% utilizam "benjamins ou filtros de linha", sendo que os locais de maior utilização destes equipamentos são salas de estar (37%), seguido pelos dormitórios (36%) e cozinha (18%).

Todos os usuários/moradores informaram que tem ou já tiveram problemas nos seus apartamentos, sendo que o mais citado foi "vazamento" (37%), seguido por "infiltrações" (22%), "umidade" (14%) e "instalações elétricas" (10%).

A amostra de usuários/moradores citou, como principais vantagens de morar no centro de São Paulo, a "proximidade de tudo", com 45% de citações, seguido de "facilidade de acesso e infraestrutura de transporte", com 33%. As desvantagens a mais citadas foram "poluição, sujeira, moradores de rua e violência urbana" com 56% de citações. Ressalta-se que 10% da amostra citou a "falta de segurança" como desvantagem de morar no centro e 19% não vê desvantagem na região central da cidade.

A galeria comercial existente no pavimento térreo é usada por 61% dos usuários/moradores da amostra e 39% não a utiliza. Os estabelecimentos mais utilizados são "cartório" e "copiadora", com 28% de citações cada um, seguidos pelo "banco" e "salão de beleza", com 8% cada.

Quanto aos equipamentos eletroeletrônicos, verifica-se que os usuários/moradores da amostra têm a tendência de possuir telefone fixo sem extensão, lavadora de roupas, geladeira, liquidificador, computador de mesa (desktop), aparelho de som (rádio), vídeo cassete, DVD player, TV comum, ponto de internet banda larga e forno de micro-ondas, todos estes equipamentos unitariamente.

4.2 Entrevista em grupo

Primeiramente discutiu-se a interferência dos ruídos dos vizinhos. Um dos integrantes achou estranho e muito baixo o percentual de pessoas que respondeu "ruim" e "péssimo" neste quesito. Outro integrante também questionou o resultado apontando algumas fontes de ruídos que se destacam: sons de saltos de sapatos na laje do andar superior, cachorros latindo no vizinho e válvulas de descarga. Quando questionados, todos informaram que não escutam nenhum som do cotidiano de vizinhos do mesmo andar.

Quanto aos ruídos da rua e área externa, um participante informou que alguns moradores reclamam dos ruídos do estacionamento do próprio edifício (manobra de veículos), que se propagam pelo vão existente entre as duas torres. Também reclamaram de uma bomba d'água existente próximo aos poços dos elevadores que funciona na madrugada, incomodando alguns apartamentos.

Um integrante também questionou os resultados positivos no item "segurança contra incêndio", pois, por exemplo, ele nunca havia visto e não sabia da existência de brigada de incêndio no prédio, bem como não conhecia a localização das rotas de fuga. Neste momento um outro participante começou a explicar as possibilidades de saída em caso de incêndio, porém acrescentou que numa das portas que ele conhece, sempre tem uma barra de ferro impedindo sua abertura. O moderador, então, pediu a palavra e informou que, quando o edifício foi projetado, não existiam, no município de São Paulo, Leis específicas quanto à segurança de incêndio em edifícios altos. A seguir perguntou se os participantes tinham conhecimento dos locais dos equipamentos como extintores e mangueiras, o que foi respondido positivamente por todos.

Continuando, o moderador apresentou os resultados das tabulações e, para o item "dimensões dos cômodos", perguntou sobre o fato de que 8% das respostas foram "NSA", porém não obteve respostas. Depois perguntou sobre a execução, por parte dos participantes, de reformas nos apartamentos, aumentando ou conjugando cômodos. Um dos participantes respondeu que sim e relatou detalhadamente sua reforma, onde, por exemplo, criou uma suíte e mais um dormitório. Questionado se esta reforma havia sido fácil,

respondeu que sim. Informou ainda que havia contratado um arquiteto para acompanhar a reforma e que teve todo o apoio técnico da administração do condomínio. Informou que não teve impedimentos de elementos estruturais ou hidros sanitários nas modificações e o único incômodo foi que a vizinha do andar inferior reclamou do fato de ser feito um banheiro em cima de sua sala de estar. Segundo ele foram tomados cuidados técnicos para evitar vazamentos e/ou infiltrações. Outro participante também relatou que integrou a cozinha à área de serviço e não teve nenhuma dificuldade nisto. Quando perguntados, ambos os participantes que fizeram reformas responderam que estas serviram para adequar o apartamento as suas necessidades e ficaram plenamente satisfeitos. Um deles, no entanto, informou que se arrependeu de tirar a porta da cozinha, pois quando se cozinha o cheiro de gordura vem para a sala.

A seguir foram apresentados dados relativos ao perfil dos usuários/moradores da amostra. O moderador informou que 44% dos usuários/moradores da amostra não possuem veículos e questionou o porquê disto. Um participante, com anuência dos outros, respondeu que isto se deve à falta de necessidade dos moradores da região em se locomover com automóveis nas atividades do seu cotidiano, haja vista terem "tudo perto". O moderador, então, perguntou onde trabalhavam os participantes, sendo informado que apenas um dos presentes trabalhava em região distante do centro de São Paulo. Este participante, no entanto, disse que não ia de carro ao trabalho, e sim de Metrô, enfatizando a boa infraestrutura de transporte coletivo e de massa que a região possui.

5 DISCUSSÃO

O alto índice de aprovação dos apartamentos pelos moradores integrantes da amostra de unidades participantes do levantamento reflete-se na avaliação positiva da maioria dos itens de desempenho. No entanto, o maior número de avaliações negativas para o item "interferências de ruídos da rua e área externa do apartamento" foi confirmado na entrevista em grupo, na qual foi citado que estes sons têm origem no próprio edifício. Ainda no que diz respeito ao desempenho acústico, mesmo que o item "interferências de ruídos dos vizinhos no seu apartamento" tenha sido bem avaliado, as discussões indicaram que existem mais problemas ligados aos ruídos de impacto que ruídos aéreos, pois, quando questionados se "ouviam os vizinhos do mesmo andar", os participantes responderam negativamente. Isto demonstra que a capacidade de isolamento acústico das paredes entre apartamentos é satisfatória.

Para os itens "temperatura no inverno e qualidade das janelas", que tiveram um número considerável de avaliações negativas, pode haver uma relação entre ambos, pois janelas que não vedem convenientemente a ventilação podem comprometer o desempenho térmico dos cômodos nos meses frios. Convêm salientar que muitas esquadrias dos apartamentos são originais, ou seja, com mais de cinquenta anos de uso e os questionários foram aplicados nos meses de abril, maio e, principalmente, junho e julho, meses mais frios em

São Paulo.

Quanto à avaliação do edifício, mesmo que os moradores da amostra tenham avaliado positivamente os itens "acessibilidade para pessoas com deficiência" e "segurança contra incêndio", a parcela significativa dos respondentes que marcou a alternativa NSA demonstra que perguntas diretas sobre os assuntos para a avaliação dos usuários podem não se constituir em boa estratégia de captação de impressões, haja vista eles não se sentirem aptos em respondê-la, por carecerem de grandes conhecimentos técnicos sobre os temas.

Quando os usuários/moradores foram perguntados se a quantidade de tomadas era suficiente, bem como sobre a utilização de benjamins ou filtros de linha, a grande maioria respondeu que sim, o que demonstra que a quantidade de tomadas é claramente insuficiente, sendo que os equipamentos citados (benjamins e filtros de linha) dão a falsa impressão de suficiência de tomadas.

O avanço da tecnologia de telefones sem fio e a popularização de telefones móveis, faz com que cada vez menos os pontos de telefones de linha fixa sejam utilizados. Isto reflete ~~d~~a avaliação positiva dos usuários/moradores da amostra sobre a suficiência de pontos de telefone no apartamento, mesmo que em projeto original de instalações do edifício estes pontos estejam especificados adequadamente à época da concepção do edifício.

O fato de todos os apartamentos da amostra já terem apresentado problemas nas instalações hidros sanitárias e elétricas demonstra a necessidade de verificação e de avaliação destes itens em edifícios antigos, bem como as possibilidades de modernizações e atualizações.

As citações, como pontos negativos de morar no centro de São Paulo pela amostra, de "segurança pública" e "falta de segurança", faz com que também o item segurança patrimonial tenha lugar de destaque nas preocupações de moradores do objeto de estudo.

Mesmo que a maioria dos usuários/moradores da amostra utilize os estabelecimentos da galeria comercial existente no pavimento térreo, uma parcela significativa da amostra não utiliza.

A quantidade de eletroeletrônicos e eletrodomésticos que os usuários/moradores da amostra possui é o padrão dos brasileiros (LEITE, 2013). Alguns destes equipamentos, no entanto, não existiam nos anos de 1950, fazendo com que a demanda por energia elétrica aumentasse consideravelmente em relação ao consumo ao longo dos anos. Além da quantidade de tomadas previstas no projeto original estar defasada, como já citado anteriormente, também o dimensionamento do sistema deve ser atualizado para atender aos padrões atuais de consumo.

Por fim vale acrescentar que o item "dimensões dos cômodos" foi um dos melhores avaliados segundo os usuários/moradores da amostra. A capacidade de flexibilidade do leiaute dos apartamentos também fica

evidente nos depoimentos decorrentes da entrevista em grupo, haja visto ser informado que elementos estruturais e de instalações, como prumadas de instalações hidros sanitárias não se constituírem em impedimentos para modificações e reformas. Fica evidente, portanto, que os apartamentos do edifício têm um forte potencial de adaptações físicas para atender às novas necessidades do ambiente doméstico, resultantes das transformações ocorridas no cotidiano das famílias.

6 CONCLUSÕES

O tema de reabilitação de edifícios ainda é assunto incipiente em nosso país e, embora as pesquisas acerca do assunto estejam em fase de expansão, são relativamente poucos os profissionais responsáveis pelo projeto, gerenciamento e execução de obras desta natureza, não havendo especialização direcionada a este tipo de intervenção. As ações de reabilitação são tratadas, muitas vezes, como obras novas dispensando o diagnóstico específico do edifício a ser reabilitado (GALVÃO, 2012). Assim, as adequações da edificação visando atender as necessidades normativas e legais atuais são assumidas partindo-se do pressuposto de que o edifício a ser reabilitado não atende aos quesitos alvos dessas ações e que poderá suportar, com desempenho adequado, as propostas apresentadas. Há, muitas vezes, o desconhecimento das potencialidades do edifício a ser reabilitado em atender as necessidades domésticas contemporâneas, e a aplicabilidade de soluções de projeto só são verificadas no decorrer da obra.

Nesse sentido, os resultados aqui apresentados demonstram, para o objeto de estudo, que existem potencialidades no atendimento às expectativas dos usuários/moradores contemporâneos. Igualmente, a pesquisa indica os aspectos a serem motivo de ações projetuais, contribuindo desse modo com a etapa de diagnóstico para reabilitação de edifícios.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575**: Edificações habitacionais – desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

CAVALCANTE, Sylvia; ELALI, Gleice A. **Temas básicos em psicologia ambiental.** Petrópolis, Rio de Janeiro, Vozes, 2011.

GALVÃO, Walter José Ferreira. **Roteiro para diagnóstico do potencial para reabilitação para edifícios de apartamentos antigos**. São Paulo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Tese (doutorado em arquitetura e urbanismo), 2012.

GHIRARDELLO, Nilson; SPISSO, Beatriz. Patrimônio Arquitetônico: Como e por que preservar. Bauru. **Cadernos técnicos do Conselho Regional de Arquitetura, Arquitetura e Agronomia do Estado de São Paulo**. Texto Técnico. São Paulo, 2008. Disponível em www.creasp.org.br acessado em 21/05/2011.

KRUEGER, Richard; CASY, Mary Anne. **Focus Groups: A practical Guide for Applied Research** – 4th edition. Thousand Oaks, California, Sage publications, 2009.

LEITE, Antonio Dias. **Eficiência e Desperdício de energia no Brasil.** Rio de Janeiro, Elsevier, 2013.

RODERS, Ana Pereira. **Re-architecture**. Eindhoven,Holanda: Bouwstenen Publicatieburo, 2007.

VILLA, Simone Barbosa; ORNSTEIN, Sheila Walbe (org.). **Qualidade ambiental na habitação**. **Avaliação Pós-Ocupação.** São Paulo, Oficina de Textos, 2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

OFERTA DE COMÉRCIO E SERVIÇOS EM EDIFÍCIOS VERTICAIS DE USO MISTO: INVESTIGAÇÃO NAS ÁREAS COMUNS EM DOIS EXEMPLARES DE MACEIÓ/AL[1]

GAVAZZA, Luciana (1); TOLEDO, Alexandre (2)

(1) UFAL, e-mail: lugavazza@hotmail.com; (2) UFAL, e-mail: alexandre.toledo@fau.ufal.br

RESUMO

Num momento em que a crise do urbanismo se agrava potencialmente, o conceito de cidade compacta tem sido discutido e utilizado por planejadores e urbanistas em diversos lugares no mundo. Edifícios de uso misto são elementos chave desse conceito. Em Maceió, verificam-se dois desses conjuntos arquitetônicos em funcionamento, ambos localizados na planície litorânea: o Jatiúca Trade Residence (JTR) e o Maceió Facilities (MF). Esses dois exemplares constituem exceções no mercado imobiliário local, o que leva a questionar se a oferta de comércio e serviços nesses empreendimentos atende às expectativas dos usuários. O objetivo desse artigo é conhecer melhor esse contato nos usos e fluxos nas áreas comuns do pavimento térreo. Procedeu-se um estudo exploratório, por meio de observação sistemática, entrevistas e conversa informal com moradores e funcionários dos edifícios. Os aspectos positivos mais citados pelos moradores foram economia de tempo, segurança e tranquilidade. Quase não citaram aspectos negativos. A praça interna e aberta do MF, situada no mesmo plano da calçada, facilita o acesso, enquanto o boulevard elevado e alongado do JTR a impede. A pesquisa permitiu melhor compreensão das áreas comuns da tipologia de uso misto e sua apropriação pelos usuários.

Palavras-chave: Uso misto. Público-Privado. Edifícios verticais.

ABSTRACT

At a time when the urban crisis worsens potentially, the compact city concept has been discussed and used by planners and designers in many places in the world. Mixed-use buildings are key elements of this concept. There are two of these architectural complexes in operation at Maceió, both located in the coastal plain: Jatiúca Trade Residence (JTR) and Maceió Facilities (MF). These two examples are exceptions in the local real estate market, which leads to question if the offer of trade and services in these enterprises can meet the expectations of users. The aim of this paper is to know that contact in the uses and flows in the common areas of the ground floor. We conducted an exploratory study through systematic observation, interviews and informal conversation with residents and buildings staff. The positive feedbacks from the residents were time saving, security and tranquility. Negative aspects almost were not cited. The internal and opened square MF, located in the same plane of the sidewalk, easy access, while the high and long boulevard JTR prevents it. The research allowed a better understanding of mixed-use type areas and its appropriation by users.

[1] GAVAZZA, Luciana; TOLEDO, Alexandre. Oferta de comércio e serviços em edifícios verticais de uso misto: investigação nas áreas comuns em dois exemplares de Maceió/AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

Keywords: *Mixed-use. Public-Private. Tall Buildings.*

1 INTRODUÇÃO

Num momento em que a crise do urbanismo se agrava potencialmente, o conceito de cidade compacta tem sido utilizado em diversos lugares no mundo, com base na sustentabilidade, na multifuncionalidade e no adensamento em áreas com infraestrutura existente. Segundo Vargas (2001), "As cidades têm enfrentado uma dificuldade crescente com a deterioração das áreas urbanas, anteriormente bastante dinâmicas e com novas áreas que se adensam e se congestionam".

Traçando uma relação entre "Carta de Atenas" e Globalização, Montaner e Muxi (2014), fazem a seguinte citação a respeito da crise no urbanismo que afeta a maioria das cidades:

> Se aceitamos o conceito de globalização como aquele que caracteriza a condição contemporânea, podemos utilizar a expressão "cidade global" para definir as tendências da cidade a partir do ultimo quarto do século XX, nela evidenciam-se as crises de um modelo urbano marcado pela funcionalização de todo o território, pela difusão e dispersão das áreas urbanas que compõem um mosaico de fragmentos sem relação entre si. Essa situação é reforçada pela perda do espaço público em benefício de interesses setoriais e individuais, que se apropriam da memória e da herança coletiva, reduzindo-as a meras cenografias.

A tipologia de Uso Misto, amplamente debatida atualmente entre urbanistas e pesquisadores, se faz presente nos edifícios desde o início do processo de verticalização das cidades.

> Diferentemente do momento anterior de separação de funções, as propostas urbanas defendem agora os usos mistos, em que todas as funções se misturam, o que, na prática, quando a legislação não os proíbe, já acontece. (VARGAS, 2014, p. 112)

Nos anos 50, época da "febre construtiva" na cidade de São Paulo, o "Edifício-Conjunto", um dos ideais da arquitetura moderna, que agregava comércio, serviço e moradia e as chamadas *kitchenettes* (unidades mínimas de habitação) foi bem absorvido pelo mercado imobiliário, que via nos mesmos um grande filão de vendas (ROSSETO, 2002 apud GALVÃO, 2007).

A implantação desse tipo de edifício parece proporcionar benefícios ao espaço urbano como: diminuição de deslocamentos, com consequente melhoria da mobilidade urbana; criação de espaços de convivência e encontro das pessoas, o que poderia proporcionar mais "vida" e segurança ao bairro.

> Um grupo de pessoas reunidas, conversando no passeio, colonizam aquele lugar, e obrigam o transeunte a desviar-se. A vida social não está limitada ao interior do edifico. Aonde quer que as pessoas se reúnam, no mercado ou no rossio, surgirá sempre uma expressão social, a identificar a atividade. Mercado, ponto focal, definem claramente passeio, e por aí afora. Por outras palavras, o exterior é

> articulado em sucessivos espaços, tal como o interior, mas por motivos próprios. (CULLEN, 1971, p. 184)

Atualmente é grande a preocupação de planejadores com a situação das cidades, em função disso desde 2013 foi lançado um projeto em forma de livro, mas também em site e rede de aprendizado na internet e denominado *The City at Eye Level* (A cidade ao nível dos olhos) "com a contribuição de mais de 90 colaboradores – desde agências da ONU para o desenvolvimento (Pnud) e para a habitação (UN-Habitat) a escritórios como o do dinamarquês Jan Gehl, universidades como a PUCRS, e outros tantos profissionais – para chamar a atenção para a escala humana das cidades" (Interação da rua com edifícios é fundamental para cidades mais seguras, 2016).

O projeto chama a atenção para o pavimento térreo nos edifícios das grandes cidades "e mostra como o térreo e as fachadas dos edifícios em geral estão mal projetados em termos de integração com a rua e a cidade" (Interação da rua com edifícios é fundamental para cidades mais seguras, 2016).

No livro os autores Gehl, 1998 Apud Karssenberg, 2015 Destaca a importância dos pavimentos térreos dos grandes edifícios para os pedestres, para eles esse pavimento chamado no livro de "PHLINT" são espaços híbridos, ou seja são áreas de transição entre os espaços urbanos os edifícios (público/privado) e podem proporcionar segurança e qualidade de espaços, consequentemente de vida, dependendo de como os edifícios de se integram com a cidade,

> O contato visual pelos pedestres nas calçadas urbanas é próximo e pessoal, então o ritmo das oportunidades oferecidas é crucial para a riqueza da experiência para o pedestre. O número de portas, janelas, recuos, colunas, as janelas das lojas, detalhes das vitrinas, letreiros das lojas e decoração é importante. (Jacobs, 1993 apud Karssenberg, 2015.)

Possivelmente porque seja tão recente o fenômeno da verticalização (década de 1960) e que não se tivesse noção da proporção dos malefícios que traria à cidade a maneira como os edifícios foram sendo implantados, com tanta separação entre exterior e o interior, paredões que os tornam monótonos para a escala do pedestre, que os edifícios de uso misto não tiveram grande expressão e continuidade de produção. Até poucos anos atrás, apenas 9 exemplares haviam sido construídos na cidade de Maceió.

> Até a segunda década de 2000 registram-se apenas 9 exemplares dessa tipologia na cidade. Recentemente, o mercado imobiliário apostou na retomada desse uso, com o lançamento de 3 novos condomínios verticais (TOLEDO e CASADO, 2014).

Nos últimos anos foram lançados em Maceió alguns empreendimentos com características e tipologias com potencial para serem um local onde o privado se apresenta como uma "gentileza" ao espaço urbano caótico que se apresenta em na cidade, entre eles: Jatiúca Trade Residence (JTR) e Maceió Facilities (MF), ambos localizados na planície litorânea, tendo como

característica comum a presença de comércio e serviços em seus pavimentos térreos.

O pavimento térreo nos edifícios de uso misto ganha na sua espacialidade um novo sentido, são espaços privados que também permitem a ocupação pública. O que o caracteriza como espaço "híbrido", no sentido de espaço público/privado. Esse conceito remete ao conceito das galerias comerciais, que segundo Hertzberger, 1999 apud LOBATO, 2009:

> ...contém o princípio de um novo sistema de acesso no qual a fronteira entre o público e o privado é deslocada e, portanto, parcialmente abolida; em que, pelo menos do ponto de vista espacial, o domínio privado se torna publicamente mais acessível.

Essas duas novidades do cenário urbano de Maceió (JTR e MF) levam a questionar a capacidade de os pavimentos térreos desses edifícios estabelecerem relações positivas entre os usuários do próprio edifício e entre esses e a vizinhança. Tentando entender: quem são esses usuários? como eles utilizam esses espaços?

O objetivo desse artigo, parte integrante de uma dissertação de mestrado em arquitetura e urbanismo em andamento, é conhecer melhor as tipologias arquitetônicas desses dois condomínios de edifícios de uso misto na cidade de Maceió (JTR e MF), com foco nos usos e fluxos das áreas comuns do pavimento térreo.

2 METODOLOGIA

Trata-se de um estudo de caso exploratório/comparativo, com abordagem qualitativa, considerando os significados motivos, crenças, valores e atitudes dos usuários, realizado em dois condomínios de edifícios verticais: *Jatiúca Trade Residence* (JTR) e Maceió *Facilities* (MF), ambos da tipologia de Uso-Misto (usos residencial e comercial/serviços), localizados na planície litorânea na cidade de Maceió.

Adotou-se o estudo exploratório por se tratar de um primeiro contato com os objetos empíricos, possibilitando um aumento da experiência acerca do problema de pesquisa, e formular preliminarmente uma hipótese inicial que possibilitará decidir sobre as questões que mais necessitam de atenção e investigação detalhada para um aprimoramento futuro da pesquisa.

Os objetos do estudo comparativo da presente pesquisa foram escolhidos por serem semelhantes, porém apresentam diferenças formais e funcionais relevantes, e também por apresentarem tipologias pouco praticadas pelo mercado imobiliário na cidade de Maceió.

A cessão do material publicitário foi devidamente cedida e autorizada para uso no presente artigo pelos representantes do condomínio do JTR, que hoje é responsável pelo empreendimento e pela construtora do MF que ainda possui stand no local para vendas das unidades que ainda são de propriedade da mesma.

2.1 Etapas Metodológicas

Para uma melhor compreensão do espaço físico e do conceito adotado pelos empreendimentos, utilizaram-se plantas em AutoCad e material de marketing cedido pelas empresas de administração dos dois condomínios

A primeira etapa da pesquisa contou com visita técnica para fins de "observação participante", utilizada a fim de avançar na problemática dos usos e fluxos das áreas comuns dos edifícios.

As visitas aos edifícios e as entrevistas ocorreram nos meses de janeiro e março de 2016. As primeiras visitas foram importantes para estruturar a entrevista e definir o que seria levantado. Em mais duas visitas, em cada um dos locais do estudo, entrevistaram-se cinco moradores de cada um dos empreendimentos e também se realizaram conversas informais com usuários não moradores, pessoal da área administrativa e funcionários dos estabelecimentos comerciais.

Escolheu-se o método de amostragem por conveniência, frequentemente utilizado para geração de ideias em pesquisas exploratórias.

Adotou-se a modalidade de entrevista semiestruturada de opinião com usuários não identificados[2], incluindo um conjunto de 5 questões sobre o tema, porém permitindo que os respondentes falassem livremente sobre os assuntos que foram surgindo ao longo da entrevista:

1) Cite cinco pontos positivos e cinco pontos negativos de morar num edifício de uso misto.
2) O fato de o condomínio ser um edifício de uso misto influenciou na compra ou aluguel do apartamento?
3) Qual loja ou serviço você mais utiliza no condomínio?
4) Que tipo de comércio ou serviço você ainda gostaria de ter no condomínio?
5) O que você acha de a passagem para a praia ser fechada por grades? (apenas para o JTR)

2.2 Caracterização dos Objetos de Estudo

O JTR (Jatiúca Trade residence) localiza-se à Rua José Pontes de Magalhães, no bairro Jatiúca, em um terreno de meio de quadra, com aproximadamente 13.000 metros quadrados (figura 1).

A área onde o edifício está implantado na cidade é bem privilegiada, próxima a restaurantes, bares, escolas, supermercados, praia, etc.

[2] Para a qual dispensa-se o termo de Consentimento Livre e Esclarecido, segundo artigo 1º da nova resolução 510/2016 de ética na pesquisa na área de ciências sociais e humanas.

Figura 1- Implantação do Jatiúca Trade Residence (JTR)



Fonte: www.gafisa.com.br

ED. CHINA

Hoje, morar em Jatiúca é e[...]o que beleza naturais. É morar em uma [...] por grandes poderes aquisitivos, com uma rica infraestrutura em um dos metros quadrados mais valorizados da cidade. O bairro ainda oferece monumentos históricos, sendo uma das maiores referências turísticas no mundo todo. Grandes hotéis como o Hotel Jatiúca e o Meliá, encontraram aqui uma ótima oportunidade para seus negócios, como também a mais completa infraestrutura da região. Desde supermercados a bares e est[...]ais de diversos segmentos à disposição, tomando conta das avenidas Jatiúca e Amélia Rosa. (Material de marketing do JTR)

ED. CANADÁ

ED. ÍNDIA

ED. MÉXICO

O complexo é composto por sete torres residenciais, sendo seis delas com apartamentos de 2 a 4 quartos (Brasil, Canadá, Japão, China, Índia e México) e uma torre com apartamentos de 1 quarto (Austrália). Ao todo são 472 unidades habitacionais.

ED. ITÁLIA

ED. AUSTRALIA

ard para pedestres (Figura 02), que vai da rua principal até uma saída de pedestres que dá acesso à praia (Figura 03) forma uma área de uso público-privado que distribui o fluxo de pedestres entre as portarias das 7 torres residenciais, as 20 lojas localizadas n[...] às 2 torres de comércio e serviços (Itália e Espanha). Essa configuração permite integração entre os usos propostos.

ED. ESPANHA

Figura 2 – vista do *boulevar* JTR

rua

Figura 3 – acesso à praia JTR



Fonte: al.olx.com.br



Fonte: aluguelltemporada.com.br

Os estacionamentos localizam-se em dois subsolos: o primeiro, semienterrado, logo abaixo do térreo, de uso dos moradores, e o segundo, abaixo do primeiro, de uso dos proprietários das lojas e salas comerciais.

Entre as lojas existentes, no térreo do empreendimento, tem-se café, restaurantes, imobiliárias, doçaria e manicure. As torres comerciais comportam escritórios de advocacia, médicos, dentistas, psicólogos, academias, entre outros.

O Maceió Facilities (MF), assim como o JTR, também é muito bem localizado, situa-se no bairro Ponta Verde, num terreno de esquina, em frente à Praça do Skate, em uma das áreas mais nobres de Maceió, próximo a restaurantes, escolas, supermercados e academia. Em função da geografia do local, situa-se a três quarteirões da praia de Pajuçara, numa das ruas, e outros três da praia de Ponta Verde.

O MF é composto por dois blocos de edifícios, ambos com comércio no térreo:

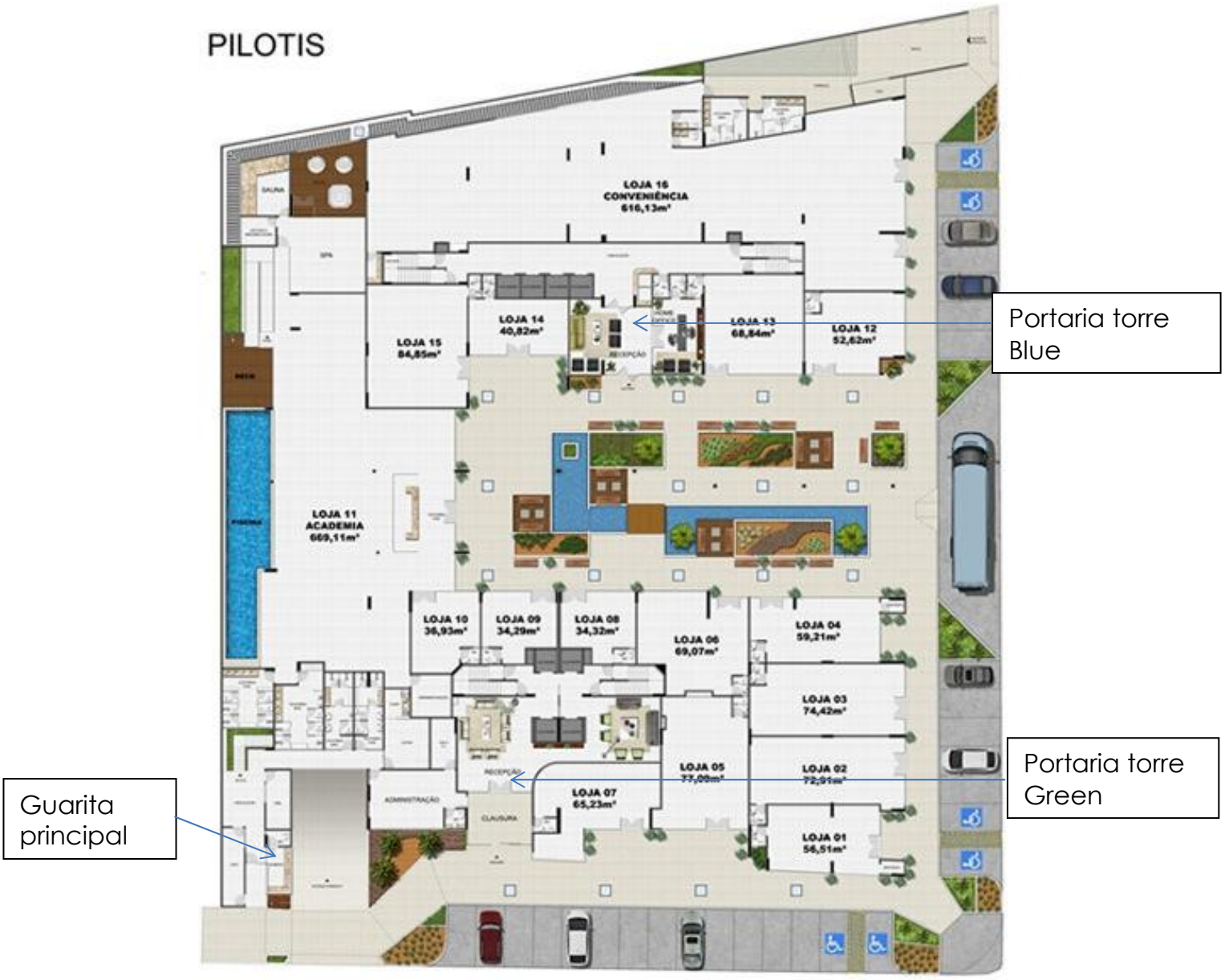
- Torre *Blue* – com apartamentos de 2 ou 3 quartos, *home office*, portaria, e área de lazer na cobertura, com piscina, salão de festas e salão de jogos;
- Torre *Green* – com dois blocos de quatro apartamentos por andar, portaria e área de lazer na cobertura com os mesmos equipamentos citados na Torre *Blue*.

As portarias das duas torres são acessadas pelos moradores através de digital, com célula de segurança e sistema de comunicação por vídeo,

ligada diretamente à guarita com porteiro 24hs. Uma das portarias fica voltada para a Praça do Skate, e outra com acesso pela praça interna do empreendimento. A guarita comum às duas torres também se encontra voltada para a praça do skate. (Figura 4).

A circulação no pavimento térreo dá-se por meio de uma calçada larga que se estende por todo o perímetro das ruas e dá acesso às lojas (tipo galeria), coberta com um grande elemento em balanço que proporciona sombra aos pedestres, e à praça interna que separa os dois blocos (Figura 5). A praça é acessível tanto aos moradores quanto aos transeuntes, nela estão presentes elementos que convidam à permanência, como bancos e pergolados (Figura 6).

Figura 4 – Implantação do Maceió Facilities (MF)



Fonte: Maceiofacilities.com.br

Ao todo são dezesseis (16) lojas, 14 delas com área de 35 a 85 metros quadrados, que atualmente contam com serviços de podologia, doçaria, adega, joalheria e café. As duas lojas maiores com áreas de aproximadamente 600 metros quadrados, ainda não foram ocupadas, nas quais, segundo o material de marketing, funcionarão uma academia e uma loja de conveniência.

Figura 5 – Vista das Torres (MF)



Fonte: recordinc.com.br

Figura 6 – Vista da praça do Maceió Facilities (MF)



Fonte: al.olx.com.br

3 RESULTADO DAS ENTREVISTAS E OBSERVAÇÕES

3.1 Opinião dos Moradores do Jatiúca Trade Residence

Os pontos positivos (item 1) citados pelos usuários/moradores do JTR foram os seguintes: economia de tempo, praticidade, segurança, organização, tranquilidade e possibilidade de convivência.

Dentre esses, o mais foi a economia de tempo citado (80% dos entrevistados); e o menos citado foi a possibilidade de convivência (20% dos entrevistados).

O ponto negativo citado, por 100% dos entrevistados, foi em relação ao estacionamento, que é rotativo, ou seja, não possui vagas fixas, provoca confusões frequentes entre os moradores que muitas vezes tem seus veículos trancados. Outra característica também citada pelos moradores como negativa foi a rotatividade de pessoas, isso acontece porque muitos são apartamentos de investidores que alugam por temporada, Um dos entrevistados cita também como característica negativa a multiplicidade de tipos de arranjos familiares, relacionando isso à também multiplicidade de tipologias dos apartamentos, que vão de 1 a 4 quartos.

Quando perguntados sobre a influência da tipologia de uso misto para a aquisição ou aluguel do apartamento, 100% responderam que sim.

Os estabelecimentos comerciais citados pelos moradores como os mais utilizados foram: academia 60%, restaurante 20% e café 60%.

Em 80% das entrevistas, o estabelecimento comercial mais almejado pelos moradores entrevistados foi supermercado. Depois foram citados: livraria, farmácia, padaria e agência bancária, cada um com 20%.

Sobre o questionamento a respeito do fechamento da passagem de pedestres para a praia, 100% dos entrevistados se mostraram favoráveis.

3.2 Opinião dos Moradores do Maceió Facilities

Os pontos positivos citados pelos participantes foram: segurança, praticidade, organização, possibilidade de convivência e localização.

O ponto positivo mais citado, por 100% dos entrevistados, foi segurança; em segundo lugar a praticidade, possibilidade de convivência e organização com 80% cada; a localização foi citada por 40% dos entrevistados.

A totalidade dos entrevistados (100%) afirmou não haver pontos negativos em relação ao edifício ser de uso misto.

Quando perguntados sobre a influência da tipologia de uso misto para a aquisição ou aluguel do apartamento, 100% responderam que sim.

Os estabelecimentos comerciais citados como os mais utilizados foram: podologia (com 60%) e doçaria (60%.)

Em 80% das entrevistas, o estabelecimento comercial mais almejado pelos moradores foi uma loja de conveniência.

3.3 Observações e Conversas Informais

Na visão dos autores, as duas rampas e as duas escadas que se distribuem nos 55 metros de frente do terreno do JTR, que servem para vencer um desnível de aproximadamente 50 cm de seu piso em relação à calçada, constituem barreira tanto física quanto psicológica, pois provoca certa intimidação, a quem pretende ingressar ao complexo (Figura 7).

Figura 7 – Acesso do JTR pela rua José Pontes de Magalhães



Fonte: Gafisa.com.br

Nas várias visitas feitas ao local, pode-se perceber que a grande maioria das pessoas que frequentam o pavimento térreo do JTR são moradores ou trabalham ou tem negócios nos edifícios comerciais do complexo, raramente percebia-se a presença de pessoas de fora. O que parece não ocorrer no MF, pois a praça que divide os dois blocos de edifícios residenciais situa-se no nível da calçada, o que torna seu acesso mais convidativo à comunidade da vizinhança.

O material de marketing do JTR sugere um espaço de interação, de troca, de conversa entre os usuários. Na prática o que se observou é que as lojas não têm grande movimento e que a maioria dos usuários são pessoas dos próprios edifícios existentes no complexo.

O fato de 100% dos entrevistados acharem positivo a saída para a praia ser fechada por grades no JTR leva a crer que o conceito pensado para o empreendimento por quem o idealizou, vai de encontro aos valores da maioria dos moradores. Que parecem acreditar que a presença de pessoas de fora, nos espaços comuns pode comprometer a segurança.

Em contraponto a isso, no MF, segundo as entrevistas realizadas, a segurança foi a característica mais citada como positiva. A forma e a área desses dois espaços (praças) podem ser a causa dessa diferença. No MF, a configuração da praça se apresenta como um retângulo de aproximadamente 15 metros de frente (acesso) por 30 de fundo, situação que permite uma visualização total do espaço, de qualquer ponto que o usuário esteja. Enquanto que no TJR, o *boulevard* estende seus também 15 metros de largura, ao longo de 250 metros de comprimento (Figura 8). Apenas em seus primeiros 60 metros a partir da Rua José Pontes de Magalhães é que se distribuem as lojas e outros estabelecimentos comerciais. Os demais 210 metros restantes são apenas passagem de pedestres, e dão acesso apenas às portarias dos edifícios.

Em conversa com atendentes das lojas do MF, constatou-se que a maioria dos clientes que frequentam as lojas é de fora do condomínio, com exceção da podologia que segundo a atendente, recebe frequentemente clientes moradores dos blocos residenciais.

Figura 8 – Vista aérea do empreendimento JTR



Fonte: skyscrapercity.com

4 CONCLUSÕES

Nesse artigo buscou-se conhecer as configurações de plantas dos pavimentos térreos de dois edifícios de uso misto na cidade de Maceió, Jatiúca Trade Residence (JTR) e Maceió Facilities (MF), quanto aos seus usos e fluxos, e em relação ao seu aspecto público/privado, com base em observações, entrevista e conversas informais com usuários.

Durante as visitas técnicas, um dos primeiros elementos que foi observado pelos autores foi o desnível de aproximadamente 50 cm existente entre o pavimento térreo do JTR e a calçada. Na opinião dos autores, esse desnível, juntamente com os dois seguranças que estão sempre presentes na entrada e observam cada pessoa que acessa o prédio, provoca uma intimidação a quem pretende acessar o empreendimento.

Porém o fato de a saída para a praia ter sido fechada após o lançamento do empreendimento com grades ao longo de toda a fachada e uma guarita com porteiro 24hs, é o evento que aparenta ser o que mais contribui para a escassez do fluxo de pessoas de fora do empreendimento, não existe

um sentimento de apropriação do espaço como público, o que acaba tornando-o muito mais privado do que a principio se propôs.

> [...] destaque para um belíssimo *boulevard,* que serve de encontro entre as pessoas que chegam de diferentes atividades, como uma reunião importante, um bate papo com os amigos ou de um delicioso passeio na praia". (Material de Marketing do JTR).

O fato de o MF ser num terreno de esquina faz com um uma maior área de seu perímetro tenha contato com a rua, causando uma grande integração da mesma com o edifício, a calçada dá lugar ao estacionamento, trazendo o pedestre para dentro, criando uma agradável galeria coberta e acessível a todo pedestre, que necessite passar pelo empreendimento.

Os resultados apontam, com relação às configurações dos pavimentos tipos dos dois complexos, que ambos oferecem para seus moradores serviços úteis que de fato trazem um conforto a mais como economia de tempo e redução de deslocamentos. Principalmente no JTR, que além dos estabelecimentos comerciais presentes no pavimento térreo, possibilita ainda a comodidade de prestadores de serviços como médicos, dentistas e advogados, nas duas torres comerciais. Porém, em função da configuração de planta do seu pavimento térreo o Maceió Facilities parece estabelecer uma melhor conexão entre os espaços público e privado, com acesso mais aberto, materiais transparentes, convidativos à entrada dos passantes, tornando o ambiente urbano local mais seguro.

REFERÊNCIAS

CULLEN, G. **Paisagem urbana**. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

GALVÃO, Walter José Ferreira. **COPAN-SP: A trajetória de um mega empreendimento, da concepção ao uso**. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

KARSSENBERG, Hans. **A Cidade ao nível dos olhos: lições para os plinths.** EDIPUCRS, Porto Alegre, 2015.

LOBATO, M. L. **Considerações sobre o espaço público e edifícios modernos de uso misto no centro de São Paulo**. 2009. 134 f. Dissertação (mestrado em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MONTANER, Maria Josep; MUXÍ, Zaida. **Arquitetura e politíca, ensaios para mundos alternativos,** Editora GG: São Paulo, 2014

TOLEDO, Alexandre Márcio; CASADO, Camila Antunes de Carvalho. Condomínios verticais de uso misto na cidade de Maceió/AL: resposta do mercado imobiliário às novas demandas habitacionais? **Anais...** III ENANPARQ, Encontro da Associação Nacional de Pesquisa e Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo. São Paulo, 2014.

VARGAS, Heliana Comin; CUNHA, Rafael Antônio. **Fundamentos de projeto: arquitetura e urbanismo.** Editora da Universidade de São Paulo: São Paulo, 2014. 112p.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A PERMANÊNCIA ESPAÇO-TEMPORAL DO EDIFÍCIO ESCOLAR - PROPOSTAS DE ADEQUAÇÃO DE USOS EM UMA ESCOLA PÚBLICA DE ENSINO FUNDAMENTAL DO RIO DE JANEIRO[1]

GOMES, Rafael Ferreira Diniz (1); AZEVEDO, Giselle Arteiro Nielsen (2)

(1) UFRJ, e-mail: raffa.arq@globo.com; (2) UFRJ, e-mail: gisellearteiro@globo.com

RESUMO

A história da arquitetura escolar carioca demonstra que as soluções adotadas desde as primeiras unidades em meados do século XIX até os dias de hoje, possuem características de projeto padrão. As soluções espaciais adotadas em cada momento histórico, materializavam as práticas pedagógicas e as políticas públicas educacionais vigentes. Nos séculos passados, os edifícios escolares implantados no meio urbano dialogavam com o entorno expressando seu valor como marcos referenciais daquele contexto sociocultural e político. No entanto, muitos desses edifícios ainda hoje se mantêm em uso, com a mesma função original educativa. A partir da aplicação conjunta dos conceitos, métodos e instrumentos de pesquisa relacionados a avaliação do ambiente construído, essa pesquisa procura verificar as condições de adaptabilidade de usos em uma escola de ensino fundamental representativa do Ecletismo Republicano. Através da valorização do patrimônio escolar e sua memória, justificar e condicionar, a partir de diretrizes projetuais, a permanência espaço-temporal dessa instituição. Como resultados, percebeu-se que no geral a arquitetura escolar (inclusive a contemporânea) ainda não dialoga com os objetivos da educação, ponto chave para a sua permanência espaço-temporal e valorização social.

Palavras-chave: Arquitetura escolar. Avaliação Pós-Ocupação. Representações sociais. Memória.

ABSTRACT

The history of carioca school architecture demonstrates that the solutions adopted since the first units in the mid-nineteenth century to the present days, have standard design features. Space solutions adopted in each historical moment materialized pedagogical practices and the current educational policies. In past centuries, school buildings, deployed in urban centres, dialogued with the surroundings expressing their value as benchmarks that sociocultural and political context. However, many of these buildings still remain in use, still with the same educational original function. From the joint application of concepts, methods and research tools related to assessment of the built environment, this research seeks to verify the adaptability of use conditions in a elementary school of Eclecticism Republican. Through the enhancement of school property and his memory, justify and condition, from a set of projective guidelines, the spatiotemporal permanence of this institution. As a result, we can see that overall the school architecture does not argue with the goals of education, key to their spatiotemporal permanence and social value.

***Keywords**: School Architecture. Post-Occupancy Evaluation. Social Representations. Memory.*

---

[1]GOMES, R.F.D.; AZEVEDO, G.A.N.. A permanência espaço-temporal do edifício escolar - propostas de adequação de usos em uma escola pública de ensino fundamental do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, tem-se revivido inúmeras discussões e reflexões acerca do ensino no Brasil. As propostas pedagógicas atuais se distanciam do perfil adotado pelas escolas do século XIX e do começo do século XX. Segundo Azevedo (1995), naquela ocasião, as escolas possuíam uma proposta pedagógica mais severa e inflexível, com métodos de ensino mais rígidos, como o distanciamento de professores e alunos, através da simples disposição de mobiliários, com carteiras fixas dispostas em fileiras. O professor, por sua vez, ministrava suas aulas sobre tablados, impondo assim uma superioridade perante os alunos.

De modo a acompanhar as novas tendências educativas do município do Rio de Janeiro, deve-se analisar até que ponto o arranjo espacial e a arquitetura das escolas de ontem[2], com excelente qualidade construtiva e arquitetônica, tem potencial de atualização dos seus usos e adequabilidade à mutabilidade do ensino. Diferentemente das práticas pedagógicas, que são mais transitórias, devido aos constantes processos de evolução, reciclagem e adaptação aos diferentes contextos políticos e sociais, a arquitetura é permanente. Possui um forte caráter espaço-temporal, traduzido em solidez e durabilidade.

A partir da aplicação conjunta dos conceitos, métodos e instrumentos de pesquisa relacionados a Avaliação Pós-Ocupação (APO) com abordagem experiencial, essa pesquisa, como parte da composição de uma investigação em mestrado acadêmico, procura avaliar as condições de permanência e adaptabilidade dos usos dessas instituições nos dias de hoje. Essa verificação se deu através da análise da organização espacial de uma edificação escolar com projeto-tipo do Ecletismo Republicano, considerando a valorização do patrimônio escolar, sua representação social e memória, para justificar e condicionar, a partir de um conjunto de diretrizes, a permanência espaço-temporal dessas instituições, enquanto marcos referenciais da arquitetura escolar e história da cidade do Rio de Janeiro.

Os pressupostos teóricos, por sua vez, versaram sobre conceitos de diversos campos do conhecimento, que tratam da interação usuário-ambiente escolar, tais como a Arquitetura, a Pedagogia, a Psicologia Social, a Psicologia Ambiental, a Geografia Humanística, entre outros, essa pesquisa se baseia em três referências fundamentais: o conceito de Representações sociais (MOSCOVICI, 1978; 2015), os conceitos de espaço e lugar, e territorialidade (TUAN, 1974; 1983; SOMMER, 1973) e o conceito de Memória coletiva (HALBWACKS, 1990). Ao considerar esse referencial teórico, entende-se que os processos de valorização do ambiente escolar são influenciados pelas representações desses espaços, que se feitas de forma positiva, podem estabelecer relações de pertencimento, afetividade e filiação com o

[2]Adotaremos a expressão "escolas de ontem", como as instituições escolares implantadas no município do Rio de Janeiro nos primeiros períodos de expansão da educação pública, datadas de períodos bem distantes da atualidade, mais precisamente entre 1870 até 1945.

lugar - característica fundamental para sua preservação.

2 ESTUDO DE CASO - ESCOLA MUNICIPAL BARÃO DE MACAHUBAS

A Escola Municipal Barão de Macahubas (Figura 1), construída em 1906, plena fase do Ecletismo arquitetônico, do princípio do século XX, reflete bem as aplicações construtivas de mistura de estilo e de materiais, mistura arquitetônica essa que caracteriza o momento histórico pelo qual passava a cidade do Rio de Janeiro. Localizada no bairro de Inhaúma, zona norte do município, a escola como instituição tem sua presença na formação e crescimento da comunidade local. Constitui-se, portanto, uma parte da região (marco cultural), mantendo sua função original educativa ainda nos dias de hoje, passados mais de 100 anos de existência. Desde 1985, a escola é tombada pelo Instituto Rio Patrimônio da Humanidade - IRPH.

Figura 1 – Fachada principal da escola



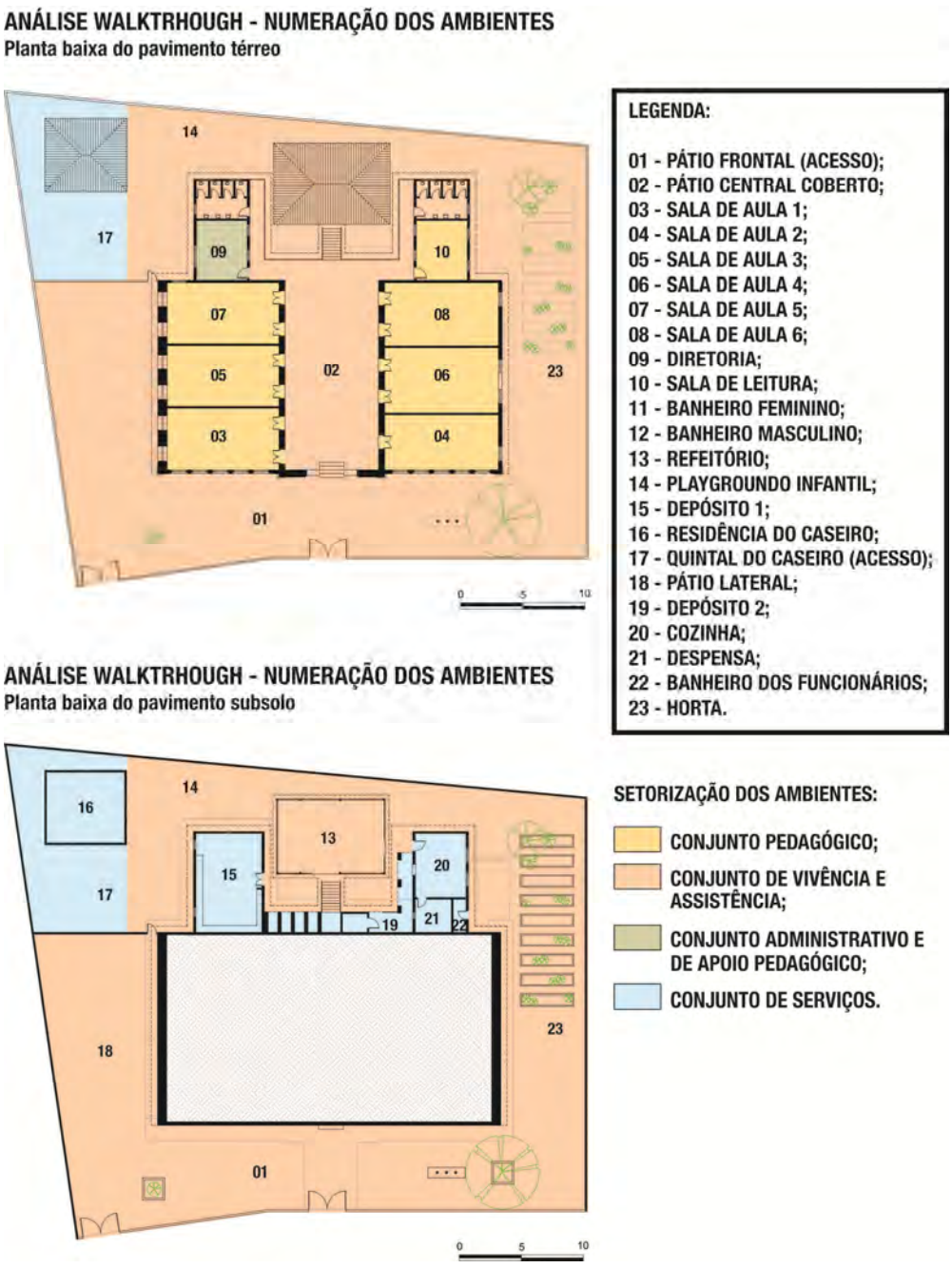
Fonte: Arquivo dos autores

A escola localiza-se no centro do terreno, com pátios de recreação e atividades pedagógicas ao seu redor, além da casa do caseiro nos fundos. É formada pelos seguintes setores e respectivos ambientes (Figura 2): o *conjunto pedagógico*, com seis salas de aula e uma sala de leitura; o *conjunto de vivência e assistência*, com pátio central coberto, os pátios laterais, a horta, o refeitório e os sanitários; o *conjunto administrativo e de apoio pedagógico*, com sala da diretoria e secretaria compartilhadas; o *conjunto de serviços*, com cozinha, despensa depósitos, sanitário para funcionários da cozinha e a casa do caseiro.

A escola faz parte da 3ª Coordenadoria Regional de Educação (3ª CRE), e atende a Educação Infantil (EI) e o Ensino Fundamental 1, que engloba desde o primeiro ano até o quinto ano. Com um atendimento separado em

dois turnos, um de manhã e outro de tarde. A escola atende cerca de 480 crianças do bairro de Inhaúma e outras localidades próximas.

Figura 2 – Planta baixa com identificação dos ambientes da escola



Fonte: Arquivo dos autores.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

Os métodos adotados compreenderam etapas de revisão bibliográfica, o levantamento fotográfico e a aplicação de seis ferramentas de avaliação de desempenho: análise walkthrough, mapa comportamental, entrevista, mapa mental, poema dos desejos e seleção visual. A documentação indireta possibilitou a revisão da literatura mediante pesquisa bibliográfica sobre os conceitos de espaço, lugar, memória e representações sociais, bem

como avaliação pós-ocupação. O levantamento fotográfico, por sua vez, foi utilizado para a obtenção de imagens da área de estudo.

No tocante às ferramentas de avaliação pós-ocupação, a análise walkthrough e o mapa comportamental permitiram o reconhecimento do lugar e registro de rotinas e primeiras impressões acerca do objeto de estudo. A partir disso, o mapa mental e seleção visual foram adotados para a compreensão da imagem, representação social e constituição de memórias coletivas do ambiente para os usuários, e o poema dos desejos para registrar seus anseios e demandas. A entrevista, semi-estruturada, com este mesmo fim, mas destinada aos gestores, professores e alguns funcionários (RHEINGANTZ et al., 2014).

Figura 3 – Síntese da etapa de avaliação pós-ocupação



Fonte: Os autores

4 ANÁLISES E RECOMENDAÇÕES

A pesquisa de campo foi empreendida em outubro de 2015, por meio de quatro visitas à área de trabalho com abordagem experiencial, ou seja, uma abordagem que mescla as impressões do pesquisador com aquelas pertencentes aos usuários, referentes ao ambiente analisado. A partir da aplicação das seis ferramentas de avaliação de desempenho – descritas a seguir – chegou-se a matrizes de análises e de recomendações[3]. A primeira, com os dados referentes à qualidade constatada do ambiente, reuniu as informações necessárias à produção da segunda, que compila as recomendações para a melhoria da qualidade do ambiente estudado.

[3] As matrizes de análises e de recomendações foram desenvolvidas a partir do instrumento de avaliação de desempenho denominado matriz de descobertas (RHEINGANTZ et al., 2009), fornece uma síntese gráfica dos principais dados apreendidos em uma APO, favorecendo a leitura e a compreensão dos resultados do estudo não somente pelo pesquisador, mas também pelo usuário.

4.1 Ferramentas de APO

Uma vez aplicadas, as ferramentas utilizadas – aqui apresentadas cronologicamente – forneceram importantes dados para a elaboração da matriz de análises. A ***Análise walkthrough*** é um instrumento de avaliação pós-ocupação que geralmente precede outros estudos e levantamentos, pois é capaz de fornecer uma visão geral acerca do desempenho ambiental do edifício. Através da sua aplicação, é possível identificar pontos positivos e negativos da edificação e seu uso, auxiliando a preparação dos demais instrumentos, e destacando aspectos a serem aprofundados (Rheingantz et al., 2009).

O instrumento foi aplicado nos dias 02 e 07 de outubro. Como resultados, foram constatadas as seguintes características positivas: localização do edifício, integração interior-exterior, imagem, formas e padrões construtivos, aspectos de conservação, orientação e legibilidade, iluminação e ventilação natural em praticamente todos os setores da escola, a ambiência positiva (personalização dos ambientes da escola por parte dos usuários) e boa apropriação dos espaços pelos estudantes, com respectiva demarcação do território e ativa socialização entre eles. Quanto aos aspectos negativos, podemos citar: a impossibilidade de expansão dos ambientes da escola, que acaba engessando a sua estrutura e impossibilitando a implantação de novos ambientes, como sala multimídia, sala dos professores, sala de leitura, entre outros espaços necessários. A acessibilidade universal inexistente, a falta de lugares recreativos de qualidade para as crianças, a segurança dentro do ambiente escolar contra possíveis invasões, problemas de ruídos nas salas de aula e também organização espacial dentro desses ambientes, que não otimizam os processos de aprendizagem.

A ***Entrevista*** é uma das técnicas de trabalho mais utilizada em pesquisas na área de ciências sociais. Através de um conjunto de informações sobre o modo como as pessoas pensam, sentem, fazem, conhecem, acreditam e esperam sobre determinadas questões. A interação entre o pesquisador e o entrevistado é preponderante para o sucesso da sua aplicação (RHEINGANTZ et al, 2009).

Nessa pesquisa foram realizadas entrevistas semiestruturadas com as diretoras e coordenadora pedagógica da escola, e também conversas informais com os demais usuários, professores e funcionários, a fim de reconhecer ao máximo as principais características dos espaços estudados. A aplicação do instrumento ocorreu no dia 02 de outubro. Para a maioria dos entrevistados, a estrutura da escola não comporta a adaptação das novas práticas pedagógicas. Os banheiros não são suficientes, faltam quadra esportiva, sala de leitura adequada, sala dos professores. O formato das salas de aula é inapropriado para a voz do professor se propagar, além do ruído proveniente da rua, que prejudica as atividades. Por outro lado, para a maioria dos entrevistados, a beleza do prédio, a boa localização, a

relação com a vizinhança e os familiares dos alunos, e entre eles mesmos, representam aspestos positivos do ambiente escolar.

O ***Mapa comportamental*** é um dos instrumentos passíveis de utilização em avaliação pós-ocupação, que possibilita a obtenção de um registro sistematizado do comportamento dos usuários de um determinado ambiente. Esse instrumento é expresso pela representação gráfica dos comportamentos e atividades pessoais nos espaços analisados. A partir da aplicação dessa ferramenta, é possível analisar condutas, usos, layouts e demais interações entre os indivíduos e o espaço (Rheingantz et al., 2009).

O Mapa comportamental foi adotado como instrumento dessa pesquisa por poder fornecer uma visão ampla dos aspectos de funcionalidade e de uso das áreas livres e de recreação das escolas. Foi aplicado no dia 09 de outubro, no refeitório, pátio coberto e pátios frontal e lateral. Como resultados, o instrumento revelou que a escola carece de espaços adequados para o lazer e vivência coletiva, uma das reclamações mais constantes dos alunos e professores. O refeitório, principal local do recreio, não atende bem nem a sua função principal, que é a de servir como local para a realização dos lanches, pois faltam espaço e mobiliários adequados. Os pátios frontal e lateral, que são os locais onde acontecem as atividades de educação física, não atendem a essa função minimamente. O terreno em declive, com o chão cimentado, dificulta a realização de atividades de movimentação mais intensas. Essas questões representam grande parte dos problemas de adaptação da escola atualmente.

O ***Mapa Cognitivo ou Mapa Mental*** é um dos instrumentos baseado na elaboração de desenhos ou relatos de um ou mais indivíduos acerca de um determinado ambiente. Sua utilização no campo da arquitetura foi difundida por Kevin Lynch, em "A imagem da cidade". O Mapa mental foi aplicado nos dias 23 e 26 de outubro, com a participação de dois a três alunos das diferentes turmas da escola, desde a educação infantil até o quinto ano, a fim de se obter uma visão geral e diversificada do olhar das crianças sobre o edifício, suas características positivas e negativas e sua representação social de escola. No total foram aplicadas 30 fichas de mapas mentais. Os usuários foram abordados com uma cópia do instrumento, que havia a seguinte questão aberta: "A minha escola é...", a ser respondida através de desenhos e/ou relatos escritos, com o objetivo de perceber o quanto se conhece do ambiente analisado, através da memória.

Através da análise das fichas, pôde-se observar que os elementos da edificação estão muito presentes na representação de escola que os alunos possuem. A maioria das crianças registrou nas fichas a fachada da escola e outros elementos como a escada, os gradis, as janelas, o pátio central e o nome da instituição. Os alunos parecem compreender muito bem a composição do edifício, que é subdivido em três corpos, dois laterais mais horizontais e um central mais verticalizado, e essa característica é

corretamente representada nas fichas, visto que os desenhos foram feitos de memória. Outros aspectos mais subjetivos são recorrentes dentro dessa categoria, como o afeto ao edifício, quando alguns alunos se referem à instituição como "bonita" e "legal". O instrumento serviu para constatar que os alunos no geral gostam bastante da escola e a sua representação é bastante positiva. Não houve nenhum aspecto negativo relatado em nenhuma das fichas.

O ***Poema dos Desejos ou Wish Poem*** é um instrumento não estruturado e de livre expressão que funciona em dinâmicas de grupo ou workshops, que incentiva e se baseia na espontaneidade das respostas. Sua aplicação tem como objetivo entender as necessidades, sentimentos e desejos dos usuários de um determinado ambiente. Esta técnica proporciona a identificação de um imaginário coletivo, possibilitando construir, após sua análise, a imagem do ambiente ideal a ser replanejado ou construído (RHEINGANTZ et. al., 2009).

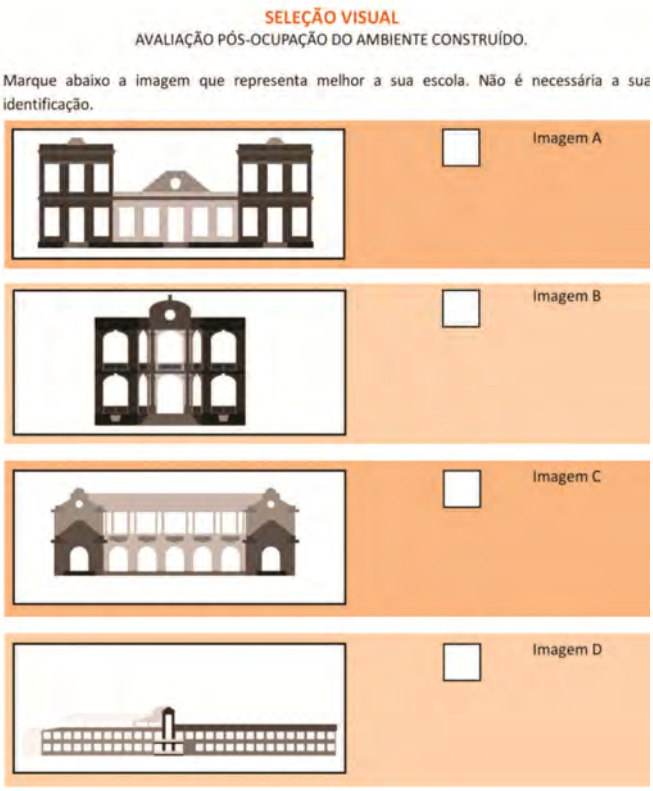
A aplicação do poema dos desejos aconteceu de forma semelhante aos mapas mentais e nos mesmos dias. No instrumento havia a seguinte questão aberta: "Eu gostaria que a minha escola fosse...". Foram preenchidas 30 fichas. Dentre os principais anseios das crianças, a maioria dos itens se refere a atividades de lazer no geral, e isso faz sentido devido à deficiência de espaços para essas atividades na escola. A escola carece de ambientes no geral, e isso afeta a realização de aulas mais diferenciadas, como aulas de música, dança, de línguas estrangeiras. A questão da falta de uma quadra ficou bastante clara muito mais nas conversas com os alunos durante a aplicação do instrumento do que nas fichas propriamente ditas. Enfim, a falta de mais espaços para essas atividades que os alunos desejam é um grande problema da escola, que os alunos já reconhecem.

A ***Seleção Visual*** tem por objetivo identificar os valores e significados agregados ao conjunto de espaços analisados, fazendo sempre que possível uma analogia com os ambientes vivenciados pelos respondentes. Sua aplicação permite identificar símbolos, aspectos culturais, preferências e tornar lúcida a imagem coletiva do ambiente construído em questão, considerando os impactos de ordem arquitetônica, espacial e social (RHEINGANTZ et al, 2009).

A seleção visual (Figura 4) foi aplicada com os diferentes grupos de usuários da escola - alunos, professores e funcionários. Sua aplicação aconteceu durante todas as visitas à instituição. Com os alunos a aplicação aconteceu após a realização dos mapas mentais e do poema dos desejos, para que as imagens não induzissem os registros. A seleção visual foi composta por uma seleção de imagens, onde os respondentes deveriam marcar com um "x" a imagem que mais representava a escola deles. Foram selecionadas quatro imagens representativas do modelo de arquitetura escolar carioca entre 1870 até 1945, segundo o Inventário arquitetônico de prédios escolares do primeiro grau da cidade do Rio de Janeiro, realizado por Raquel Sisson

(1990). O objetivo desse instrumento era verificar se a questão do edifício, sua arquitetura e elementos compositivos, estavam presentes na memória dos usuários da escola, já que a memória, segundo a fundamentação teórica dessa pesquisa, tem papel fundamental no processo de valorização institucional e representação social positiva.

Figura 4 – Modelo de seleção visual



Fonte: Os autores

Os respondentes demonstraram através das respostas que os elementos de composição do edifício estão bem presentes na memória deles, como também verificado na aplicação dos mapas mentais e do poema dos desejos. O diferencial da escola para os usuários é justamente o prédio que é diferente em composição entre os demais edifícios do bairro de Inhaúma. Ele possui destaque perante as construções vizinhas. A valorização da escola e sua representação social passa também pelo afeto ao "lugar" escola. A arquitetura escolar é parte fundamental da representação social de escola.

4.2 Matriz de descobertas

Os resultados produzidos a partir da aplicação das ferramentas de APO foram sintetizados na forma de uma matriz de descobertas - uma síntese dos resultados. Dessa maneira, foi possível obter um panorama do contexto estudado (Figura 5).

Figura 5 – Matriz de descobertas



Fonte: Os autores

4.3 Recomendações para o estudo de caso

As recomendações foram organizadas em forma de tabela. A partir da matriz de análises, foi possível fazer proposições relacionadas a cada um dos aspectos constatados (Quadro 1). A seguir algumas das recomendações:

Quadro 1 – Matriz de recomendações

Ambiente	**Recomendações**
Pátio frontal e lateral e horta	Projetar um espaço de lazer com diferenciação de pisos, texturas e cores, arborização e brinquedos adequados para que as crianças possam explorar ao máximo seus sentidos, o desenvolvimento cognitivo e psicomotor. Revitalizar o espaço da horta para melhorar o aspecto um pouco degradado.
Sala de atividades pedagógicas	Prever espaços para a guarda de mochilas e pertences dos alunos, armários abertos com exposição de livros e de materiais escolares que possam ser utilizados por todos. Substituição da lousa fixa na parede por lousa móvel, de maneira que ela seja posicionada conforme sua necessidade de utilização. As paredes podem conter murais com a exposição dos trabalhos das crianças. Investir em tecnologia de informação (internet e redes wifi) e de conforto ambiental; instalar filtro com água, para evitar que os alunos precisem descer as escada o tempo todo para beber água.
Sala de leitura	Dentro de cada sala de aula reservar um espaço para que os alunos tenham mais contato com livros. Para crianças menores, propor atividades lúdicas, como casinha de leitura, leitura compartilhada de contos atrelada à expressão teatral. Assim hoje o ambiente da sala de leitura, que é pequeno e confuso, poderia ceder espaço para uma sala dos professores, atualmente inexistente na escola.
Banheiros	Uma proposta de readequação de usos e contemplação da diversidade individual seria colocar vasos sanitários menores. Também prever uma cabine adaptada a portadores de necessidades especiais. Revitalizar o ambiente como um todo, para acabar com o aspecto de descuido, trocar os lavatórios e torneiras, prever um espaço para a troca de fraldas e mobiliário, como bancos e espelhos maiores.
Refeitório	Readequar o mobiliário do refeitório com mesas e cadeiras menores e coloridas e padronizadas. Utilizar o espaço apenas como área de alimentação. As atividades recreativas poderiam acontecer nos pátios, conforme já descrito acima. Prever acesso pelos pátios laterais também, para contemplar os portadores de necessidades especiais.
Geral	Prever a possibilidade de retirar as instalações elétricas aparentes e modernizar os ambientes de modo que as novas tecnologias possam estar presentes nas aulas, como aliadas da educação. A acessibilidade é um dos pontos que merece atenção, mas é difícil recomendar alguma intervenção sem que com isso o edifício não seja alterado, o que esbarraria nas leis de tombamento do edifício escolar.

Fonte: Os autores

5 CONCLUSÕES

Embora a E. M. Barão de Macahubas apresente diversos problemas de adaptação, dentre os quais a falta de espaços é evidente, a questão da apropriação do ambiente escolar por parte de todos os usuários é completamente perceptível. Em função dos problemas de insuficiência do espaço escolar, a valorização tanto do prédio quanto das relações interpessoais é uma das políticas pedagógicas mais trabalhadas na escola, como forma de promover maior qualidade educacional.

Esse quadro social repleto de relações afetivas possui parte dos elementos necessários para a constituição de memórias coletivas positivas. Porém a função primordial da escola é prover um espaço de qualidade para o aprendizado de crianças e jovens, e "a estrutura física da escola, assim como sua organização, manutenção e segurança, revelam muito sobre a vida que ali se desenvolve ou que se quer desenvolver" (CEDAC, 2013, p. 10). Portanto é necessário que haja de fato um trabalho para a readequação dos ambientes que compõem a escola, de modo que ela possa oferecer um espaço de qualidade educativa com função social, e consequentemente sua preservação espaço-temporal.

Reformar, readequar, readaptar uma escola não representa toda a solução desse problema. A valorização dessas instituições é sim a questão principal, e para isso é fundamental entender quais são as necessidades dos novos sujeitos da escola, para a constituição de um LUGAR DE APRENDIZAGEM.

AGRADECIMENTOS

A todos os funcionários, gestores e professores da Escola Municipal Barão de Macahubas, pela receptividade, generosidade no compartilhamento de informações e aplicação dos instrumentos durante as visitas de campo. Um especial agradecimento a todas as crianças que participaram dessa pesquisa.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, Giselle Arteiro N. **As Escolas Públicas do Rio de Janeiro**: Considerações sobre o Conforto Térmico das Edificações. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro: FAU/UFRJ, 1995.

[Comunidade Educativa CEDAC]. **O que revela o espaço escolar?** : um livro para diretores de escola — 1. ed. — São Paulo : Moderna, 2013.

HALBWACHS, Maurice. **A memória coletiva.** Vértice: São Paulo, 1990.

LYNCH, Kevin . **A Imagem da Cidade**. Ed. Martins Fontes – São Paulo/SP – 1995

MOSCOVICI, Serge. **A representação social da psicanálise**. Rio de Janeiro: Zahar, 1978.

MOSCOVICI, Serge. **Representações sociais**: investigações em psicologia social. Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

RHEINGANTZ, P. A. ; AZEVEDO, G. A. N. ; BRASILEIRO, Alice ; ALCANTARA, D. ; QUEIROZ, M. **Observando a Qualidade do Lugar**: procedimentos para a Avaliação Pós-Ocupação. Rio de Janeiro: FAU-UFRJ, 2009. v. 1. 115p .

SISSON, Rachel. **Escolas públicas do primeiro grau: inventário, tipologia e história.** Arquitetura Revista, Rio de Janeiro, v. 8, p. 63-78, 1990.

SOMMER, Robert. **Espaço Pessoal**. Ed. Pedagógica Universitária, São Paulo, 1973.

TUAN, Yi-Fu. **Espaço e Lugar**: A Perspectiva da Experiência. São Paulo: Difel, 1983.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia**: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente. São Paulo: DIFEL, 1974.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM BIBLIOTECAS FERROVIÁRIAS: O CASO DOS ACERVOS PAULISTAS[1]

GOMES, Samir Hernandes Tenório (1)

(1) UNESP, e-mail: samirhtg@faac.unesp.br

RESUMO

Apresentamos neste trabalho, os primeiros resultados de nossa pesquisa a respeito das análises de desempenho físico (medições, vistorias técnicas) e aferição da organização física de bibliotecas localizadas em museus ferroviários paulistas, a fim de detectar quais os principais elementos relacionados aos procedimentos para a gestão da qualidade do processo de projeto e elaboração de diretrizes para futuros edifícios. A avaliação tem como foco três acervos, a saber, o Museu Ferroviário de Bauru, Museu da Companhia Paulista de Jundiaí e o Museu Ferroviário Sorocabano e está vinculada a um projeto maior financiada pela FAPESP. Nossa pesquisa se insere nos procedimentos e métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO) objetivando contribuir para a compreensão das bibliotecas em museus, sob o ponto de vista funcional, oferecendo subsídios de avaliação desses espaços. Objetivamos avaliar o ambiente construído destes edifícios entendendo não só o conceito arquitetônico tradicional de biblioteca, mas o quanto esses espaços podem absorver novos recursos digitais, formatando recomendações projetuais rebatidas na criação de uma rede de informação em museus vinculados ao patrimônio industrial ferroviário paulista e a instalação de bibliotecas híbridas.

Palavras-chave: Bibliotecas em Museus Ferroviários, Avaliação Pós – Ocupação, Novos Recursos Digitais.

ABSTRACT

In this work, the first results of our research on the physical performance analysis (measurement, technical inspections) and measurement of physical organization located in Rail Museums libraries São Paulo, in order to identify what the main elements relating to the procedures for the management the quality of the design process and preparation of guidelines for future buildings. The assessment focuses on three collections, namely the Bauru Railway Museum, Jundiaí Museum Companhia Paulista and Sorocaba Railway Museum and is linked to a larger project funded by FAPESP. Our research is part of the procedures and methods of the Post Occupancy Evaluation (POE) in order to contribute to the understanding of libraries in museums, under the functional point of view, offering valuation allowances of these spaces. We investigate the built environment of these buildings understanding not only the traditional architectural concept library, but how these spaces can absorb new digital resources, formatting projective recommendations batting in the creation of an information network in museums linked to the São Paulo railway industrial heritage and installation hybrid libraries.

***Keywords**: Libraries Railway Museum. Post Occupancy Evaluation. New Digital Resources.*

[1] GOMES, Samir Hernandes Tenório. Avaliação Pós-Ocupação em Bibliotecas Ferroviárias: o caso dos acervos paulistas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

No início do mês de junho de 2011 fomos convidados pelo Prof. Dr. Eduardo Romero de Oliveira, Campus Experimental de Rosana (UNESP), a participar junto ao projeto de pesquisa financiado pela FAPESP - Fundação do Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo no levantamento quantitativo da documentação textual e cartográfica de ferrovias do Estado de São Paulo, depositados em acervos públicos. Este projeto, denominado "Memória Ferroviária (1869 – 1971)" tratou de um inventário quantitativo que subsidiou a criação de uma base de dados documental com mecanismo de busca. Em função dos avanços que conseguimos alcançar no projeto "Memória Ferroviária", propomos uma nova pesquisa junto ao convênio FAPESP/CONDEPHAAT de estudo e levantamento detalhado do conjunto arquitetônico da EFNOB – Estrada de Ferro Noroeste do Brasil, localizado na cidade de Bauru, denominado "EFNOB, Km 0".

Nossos contatos com as pesquisas relatadas anteriormente levantaram questões importantes: (a) – as precárias condições de conservação dos bens paulistas ferroviários de móveis e imóveis; (b) – as condições desfavoráveis dos acervos dos museus ferroviários; (c) – a falta de espaços físicos adequados à clientela e o acervo desses locais; (d) – a falta de diretrizes que atendam às necessidades das novas tecnologias informacionais no gerenciamento dos acervos digitais; (e) – a ausência de diretrizes projetuais específicas relacionadas aos espaços dos acervos em museus do patrimônio industrial, em particular o ferroviário paulista.

Nesse sentido, queremos apresentar neste artigo as primeiras análises pós-ocupacionais de três edifícios de bibliotecas ferroviárias, relatando o desempenho físico (medições, vistorias técnicas) e aferição da organização física dos espaços escolhidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO: AS BIBLIOTECAS EM MUSEUS

Cabe aqui um breve panorama da bibliografia e enfoques de investigação que identificamos em nossas últimas pesquisas sobre a questão da importância das bibliotecas em museus como instrumento de preservação e gestão do patrimônio em geral, e do patrimônio industrial em particular. Além disso, destacamos a discussão do uso das redes no contexto museológico amparado pelas novas tecnologias de informação, as bibliotecas híbridas e também a importância da aplicação correta de parâmetros projetuais na dimensão do ambiente construído desses edifícios.

2.1 A Importância das Bibliotecas em Museus

No estudo da importância das bibliotecas em museus, destacamos a visão de vários autores na necessidade da existência desses locais de memória, entendidos como canais de comunicação e polos de transferência de conhecimento. Smit (2000) os denominam instituições disponibilizadores de cultura e informação; segundo dois autores da área, Ricci (2004) e Bearman (1994), os locais de memória são repositórios culturais, responsáveis pela

preservação do patrimônio histórico e cultural, valorizando qualquer tipo de vestígio do passado; finalmente, Rodrigues (2000) enfatiza que as instituições que tratam e disseminam a memória devem estar preparadas para gerir de forma responsável os conteúdos informacionais, permitindo que seja preservada e se torne instrumento de reflexão crítica, pois o acesso à memória deve ser direito de todo cidadão. Nesse sentido, podemos dizer que as bibliotecas em museus participam ativamente na construção coletiva da memória e representam peça-chave no desenvolvimento cultural da sociedade humana (SMIT & BARRETO, 2002).

Reforçando o papel de construção e disseminação do patrimônio cultural apoiada pelas bibliotecas em museus, nossa pesquisa também tem como base as experiências europeias, mais especificamente o caso espanhol, que trata da importância da instituição museológica e dos acervos informacionais como instrumentos de preservação e gestão do patrimônio em geral. Podemos citar, por exemplo, o caso do Museu Histórico da Catalunha de Barcelona, tratado por Hoto (2002), onde mostra a questão da política cultural e os museus na Espanha no período da redemocratização, juntamente com a importância do discurso museológico dos museus espanhóis e o papel decisivo das bibliotecas destas instituições e seus conteúdos informacionais.

2.2 As Novas Tecnologias Informacionais no Contexto das Bibliotecas em Museus

Igualmente importantes são os reflexos sentidos das novas tecnologias de informação no âmbito das bibliotecas em museus. Observamos na bibliografia consultada que, nas últimas décadas, o desenvolvimento das novas tecnologias de informação e de comunicação possibilitou o aumento considerável de informações disponíveis na internet, permitindo cada vez mais, o crescimento do número de pessoas conectadas à rede (DELOCHE, 2001; FREIRE, 2006). Essas novas possibilidades e interações, proporcionadas principalmente pelo uso destas novas tecnologias informacionais, referendou no âmbito das bibliotecas em museus, um novo panorama de potencialidades e aplicações. Nesta discussão, destacamos dois autores que reforçam o aparecimento de novos serviços de acesso ao conhecimento apoiado pelas tecnologias de informação. Bertholino (2010) e Gubiani (2005) identificam que essas tecnologias, inclusive, deixaram de lado as limitações quanto ao local do acervo bibliográfico, outrora geograficamente localizado e focado no documento impresso e disponibilizado em meio digital na internet para ser consultado simultaneamente, sem restrições em relação ao tempo ou local.

Nesse mesmo caminho, estamos considerando o conceito das bibliotecas híbridas, geradas a partir das novas tecnologias da informação e comunicação. Vários autores têm entendido a atuação destas unidades em um cenário tecnológico integrado, no qual mescla todos os tipos de bibliotecas em sua rede de serviços, e todos os tipos de suporte – mídias integradas, tradicionais ou não, no suporte eletrônico disponível, para o

atendimento em rede aos usuários. Garcez e Rados (2002) mostram que a biblioteca híbrida é eleita para agregar diferentes tecnologias, diferentes fontes, refletindo o estado que hoje não é completamente digital, nem completamente impresso, utilizando tecnologias disponíveis para unir, em uma só biblioteca, dois suportes (impresso e digital).

2.3 A Avaliação Pós-Ocupação e as Bibliotecas

Nos últimos anos, a produção científica sobre a Avaliação Pós-Ocupação[2] no contexto das bibliotecas vem se ampliando e com ela expandindo alguns temas de pesquisa ou abrindo outros. Na esfera internacional, mais precisamente nos EUA, constatamos vários exemplos na avaliação sistemática de ambientes construídos de bibliotecas e arquivos, principalmente, na busca de fundamentação científica para a tomada de decisões quanto às alternativas de projetos nesses espaços, sempre seguindo abordagens e fases metodológicas semelhantes em pesquisas aplicadas em APO. No estudo "Daylighting Design in Libraries", de Dean (2005), aborda o uso da luz natural em bibliotecas. A pesquisa "Furniture for Libraries", apresentado por Graham (2005), discute o projeto de mobiliário na biblioteca na seleção, obtenção e instalação. Mccomb (2005) produziu o "Library Security" e trata objetivamente dos sistemas de segurança em bibliotecas, avaliando os elementos de risco, segurança patrimonial e segurança. Outro estudo interessante "Acoustics for Libraries", Salter (2005) elucida as principais questões vinculadas à acústica em bibliotecas. A ALA – American Library Association (2006) é outro órgão que vem cooperando nas atividades de avaliações e análises de bibliotecas no EUA. O estudo de Silver, S. & Nickel, L.T. (2002) descreve uma pesquisa realizada na Biblioteca da Universidade do Sul Flórida (USF), EUA, com a finalidade de avaliar o ambiente construído desse edifício em função das atividades e necessidades desenvolvidas pelos usuários.

3 OS OBJETIVOS E LOCAIS DA PESQUISA

Nosso projeto tem como objetivo principal realizar análises de desempenho físico (medições, vistorias técnicas) e aferição da organização física de bibliotecas localizadas em museus ferroviários, a fim de detectar quais os principais elementos relacionados aos procedimentos para a gestão da qualidade do processo de projeto e elaboração de diretrizes para futuros projetos, propondo recomendações sobre questões técnico-funcionais. Como forma de articular os projetos mencionados anteriormente, nossa avaliação está diretamente ligada ao tema do patrimônio ferroviário

[2] A Avaliação Pós-Ocupação (APO) é um conjunto de métodos e técnicas que busca avaliar o desempenho de ambientes construídos e, a partir da verificação de erros e acertos do ambiente em uso, permite conhecer, diagnosticar e formular diretrizes para produção (projeto e construção) e consumo (uso, operação e manutenção), considerando essencial o ponto de vista dos usuários. Sua aplicação e importância encontram-se essencialmente baseados nos relatos daqueles que usam os espaços edificados (ZIMRING, 1987, 1989; PREISER et al., 1988; BECKER, 1989; ORNSTEIN & ROMÉRO, 1992; REIS & LAY, 1994 e 1995).

paulista, sendo três acervos: o Museu Ferroviário de Bauru, o Museu da Companhia Paulista de Jundiaí e o Museu Ferroviário Sorocabano. Nossa pesquisa se insere nos procedimentos e métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO) objetivando contribuir para a compreensão das bibliotecas em museus, sob o ponto de vista funcional, oferecendo subsídios de avaliação desses espaços. Pretendemos tanto avaliar as reais condições espaciais de bibliotecas em museus e seu funcionamento, quanto propor uma possível ferramenta de apoio projetual e tecnológica no contexto museológico paulista.

Figura 1 – Palacete Scarpa, biblioteca do Museu Ferroviário de Sorocaba



Fonte: Gomes (2016)

4 METODOLOGIA

Nossa pesquisa se enquadra nos procedimentos e métodos da Avaliação Pós-Ocupação (APO). É necessário destacar que a sistematização de métodos utilizados no entendimento do processo de produção de edificações, mais precisamente os métodos de avaliação aplicados ao ambiente construído, vem sendo utilizados já há vários anos por importantes pesquisadores (ORNSTEIN, 1997; PREISER, 1998; SANOFF, 2001; FEDERAL FACILITIES COUNCIL, 2001). A aplicação continuada de metodologias de projeto, como forma de se conceberem instrumentos confiáveis na geração e no gerenciamento de equipes multidisciplinares de projeto tem se mostrado o caminho mais adequado para minimizar e reduzir falhas nas etapas de criação, execução e operação do ambiente construído (PREISER & VISCHER, 2005).

Na Etapa 1 executamos a (a) caracterização teórica para a abordagem que subsidiou a coleta das informações e sua análise. Além disso, fizemos a (b) visita e análise em bibliotecas nacionais e (c) visita e análise em bibliotecas internacionais das bibliotecas em museus ferroviários. Iniciamos a Etapa 2 com os Procedimentos Metodológicos da APO - Avaliação Pós – Ocupação aplicados ao tema da pesquisa. Nesta fase, concentramos em

analisar as condições do ambiente construído nos acervos bibliográficos dos três museus ferroviários escolhidos, Bauru, Sorocaba e Jundiaí. Começamos com a (d) Coleta de dados dos ambientes relacionada aos edifícios escolhidos para a pesquisa. Consta nesta fase: Informações e Memória do Objeto de Estudo, Memória do projeto e da construção e Cadastro atualizado do ambiente construído. Outro objetivo nesta etapa foi buscar informações pertinentes à existência ou não de estudos preliminares ou pré-projetos anteriores ao projeto executado, para interpretar análises críticas posteriores. Na sequência, utilizamos a (e) aplicação dos instrumentos de avaliação para a pesquisa. As vistorias técnicas (walkthrough) tiveram a função de realizar visitas exploratórias nos edifícios analisados. As entrevistas objetivaram determinar possíveis elementos positivos e negativos presentes no ambiente construído. No nosso caso, definiram-se usuários-chave que poderiam colaborar na avaliação dos ambientes escolhidos, detalhando aspectos funcionais e evidenciando, particularmente, os elementos comportamentais do espaço. O questionário teve a função de medir a satisfação dos usuários no ambiente construído em relação aos aspectos funcionais das bibliotecas analisadas. Com relação a este trabalho, foi utilizado o questionário estruturado, uma vez que ele possibilitou a quantificação das respostas por meio de escalas de valores. Ainda neste segundo grupo de atividades, direcionamos os trabalhos para as análises e as (f) análises dos elementos funcionais sob o ponto de vista técnico, principalmente, nos elementos que apoiam as atividades dos usuários e o desempenho funcional dos espaços analisados.

Figura 2 – Ambiente da biblioteca do Museu Ferroviário de Bauru



Fonte: Gomes (2016)

Figura 3 – Estantes da biblioteca do Museu da Companhia Paulista de Jundiaí



Fonte: Gomes (2016)

5 RESULTADO DAS ANÁLISES DOS ELEMENTOS FUNCIONAIS

A Análise dos elementos funcionais consistiu na tabulação de dados e os resultados foram consolidados no geral, baseados nas informações fornecidas pelo contato com os usuários, na aplicação dos questionários para cada edifício escolhido, registros fotográficos e nas observações técnicas e vistorias efetuadas. Além disso, este item teve o objetivo de descrever resumidamente as análises comparativas entre os edifícios pesquisados, a partir de diagnósticos concebidos para cada uma.

- **Dimensionamentos mínimos:** De forma geral, os locais não apresentaram dimensões corretas para o estudo e trabalho e que não correspondem às normas de recomendações. Neste caso, os índices de satisfação foram considerados abaixo da média, revelando que este item não está atendendo às condições funcionais das bibliotecas;

- **Armazenamento:** De modo geral, os níveis de satisfação foram considerados insatisfatórios. Nos três estudos de caso analisados, outro aspecto importante diz respeito às inadequações das medidas dos armários nas áreas administrativas e suas relações estabelecidas com a norma NBR 13.961/1997;

- **Flexibilidade**: É importante ressaltar que, nos edifícios de Jundiaí, Bauru e Sorocaba o partido arquitetônico adotado prejudica os elementos de flexibilidade e preservam as dimensões mínimas livres de quaisquer obstáculos;

- **Circulações**: Nos casos estudados encontramos acessos fora da norma

NBR 9077/1999, problemas de rota de fuga, desarticulação dos diversos elementos internos dos acervos, perdas e desajustes nas porcentagens de ocupação das circulações;

- **Acessibilidade**: Do ponto de vista da acessibilidade, a avaliação dos níveis de satisfação dos usuários, nos casos de Sorocaba, Bauru e Jundiaí foram consideradas muito baixas, reafirmando que esses ambientes não estão completamente adequados e confortáveis para utilização de pessoas portadoras de deficiência locomotora, além de reforçar a existência de distorções perante à NBR – NBR 9050/2015;

- **Ergonomia**: Anotamos uma série de fatores ergonômicos desfavoráveis presentes nos três estudos de caso, como diversificação nos modelos de cadeiras presente nos ambientes, variando suas dimensões, disposições e aplicações no edifício, permitiram que as atividades desenvolvidas no espaço, por parte dos usuários, transcorressem de maneira muito desconfortável e não funcional;

- **Conforto ambiental**: Detectamos constantes interrupções de utilização do sistema de ar-condicionado nos ambientes, os elementos da iluminação artificial não estão enquadrados na NBR 5413/1992, ausência de circulação de ar em determinados ambientes, baixos valores de luminância encontrados nos setores de leitura e áreas de trabalho;

- **Tecnologia da informação**: Os resultados apresentados quanto ao uso das novas tecnologias de informação e comunicação, indicaram problemas na disposição, quantificação, atualização dos equipamentos de informática e deficiências de tecnologias informacionais e comunicacionais.

6 RESULTADOS ALCANÇADOS ATÉ O PRESENTE MOMENTO

Os procedimentos metodológicos utilizados efetivamente durante a APO nos três estudos de caso mostraram-se adequados aos objetivos da pesquisa. Esperamos para a próxima etapa, consolidar os resultados do diagnóstico por meio da análise e da avaliação de todo o conjunto de dados e informações coletados, fruto do levantamento dos elementos funcionais e pelos usuários; ou seja, a fase do diagnóstico procederá no cruzamento, de cada item, dos resultados das informações técnicas do estudo de caso (descritos anteriormente) e da opinião dos usuários.

As demais etapas, conforme o cronograma, devem ser vencidas obedecendo os seguintes procedimentos:

- **Etapa 3 –** Um terceiro grupo de atividades da pesquisa será a execução das recomendações e estarão centradas nos dados coletados pelos diversos instrumentos utilizados na pesquisa, provindas das avaliações de desempenho físico e das percepções espaciais. Concluídas as análises,

as recomendações se encaminharão em um plano de intervenções de curto, médio e longo prazo para os espaços dos estudos de caso;

- **Etapa 4 –** O quarto grupo de atividades está inserido nas propostas e ferramentas relacionadas à absorção dos novos recursos digitais (bases de dados, bases cartográficas e fotográficas) no contexto dos acervos dos museus ferroviários estudados. Nesse sentido, nossa proposta pretende oferecer um modelo piloto relacionada à formatação de um sistema em rede digital e diretrizes de instalação de bibliotecas híbridas em museus de acervos ferroviários.

7 CONCLUSÕES

Em primeiro lugar, entendemos que o conhecimento espacial destes acervos documentais em museus, por meio da análise de fatores funcionais no contexto do edifício é peça-chave para o encaminhamento de diagnósticos e recomendações para os estudos de casos propostos a partir da confirmação ou não das expectativas em relação ao desempenho espacial. Neste sentido, um possível caminho é considerar a APO - Avaliação Pós-Ocupação uma ferramenta apropriada de conhecimentos e estudos referentes às bibliotecas em museus paulistas ferroviários.

Em segundo lugar, percebemos que é possível inserir propostas e ferramentas relacionadas à absorção dos novos recursos digitais (bases de dados, bases cartográficas e fotográficas) no contexto dos acervos dos museus ferroviários estudados. Nossa pesquisa entende que o ambiente construído destes edifícios pode agrupar o conceito de biblioteca híbrida, que acomoda tanto a informação impressa como a informação digital, agregando diferentes tipos de usos e tecnologias.

Em terceiro lugar, ainda com relação às diretrizes de implantação de bibliotecas híbridas nos acervos ferroviários estudados, compreendemos que é possível adotar um plano de ação destinado ao realinhamento e reposicionamento destes ambientes, estreitamente ligados ao programa de projeto e, consequentemente, ao uso desses espaços devidamente adaptado às novas tecnologias informacionais.

Em quarto lugar, nosso estudo propõe um roteiro básico de análise espacial provindas de índices de desempenho satisfatório e quesitos de desempenho, considerando os seguintes fatores funcionais: Dimensionamentos mínimos: avaliação das áreas internas e externas dos edifícios; Armazenamento: análise das condições das áreas de armazenamento e estocagem; Flexibilidade: análise da facilidade dos espaços em sofrer modificações e alterações; Circulações: análise aplicada aos aspectos espaciais relacionando os fluxos; Acessibilidade: compreensão das gradações de acessibilidade dos usuários; Ergonomia: investigação e avaliação das demandas de projeto ergonômico; Conforto ambiental: análise dos aspectos relativos ao conforto; Tecnologia da informação avaliação da tecnologia da informação.

Com a aplicação dos métodos da Avaliação Pós-Ocupação no contexto dos acervos museológicos paulistas ferroviários, pretendemos contribuir com diretrizes arquitetônicas e instrumentos no desenvolvimento de futuros projetos de bibliotecas em museus, tanto em âmbito estadual, nas áreas de interesses do patrimônio cultural do Estado de São Paulo, quanto contexto federal do Departamento de Museus e Centros Culturais – IPHAN/MinC. Também, pretendemos discutir o ambiente construído destes edifícios entendendo não só o conceito arquitetônico tradicional de biblioteca, mas como é possível instrumentalizar propostas e ferramentas relacionadas à absorção dos novos recursos digitais e rede de informação em museus vinculados ao patrimônio.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo), pelo financiamento deste projeto, através do processo 2014/07634-8.

REFERÊNCIAS

ALA – American Library Association. **Standards for Libraries in Higher Education**. Chicago, http://www.ala.org/ala/acrl/acrlstandards/standardslibraries.htm, 2006. Acesso em: 01 junho 2015.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR – 9050/2015:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

_____. **NBR 9578**: Arquivos. Rio de Janeiro, 1989.

_____. **NBR 1140**: Recomendações para armazenagem e exposição de documentos de arquivos. Rio de Janeiro. 1993

_____. **NBR 11678**: Informação e documentação - Guias de unidades informacionais - Elaboração. Rio de Janeiro. 2005.

_____. **NBR 12743**: Móveis. Rio de Janeiro, 1992.

_____. **NBR 13.966:** Ergonomia. Rio de Janeiro. 1997.

_____. **NBR 13.967:** Móveis para Escritório. Rio de Janeiro. 1997.

_____. **NBR 13434:** Sinalização de segurança contra incêndio e pânico. Rio de Janeiro. 1995.

_____. **NBR 9077:** Saída de Emergência em Edifícios. Rio de Janeiro. 1993.

_____. **NBR 546:** Iluminação. Rio de Janeiro. 1992.

BEARMAN, D. Experience delivery services: Archives & Museum Informatics. In: CONGRESSO NACIONAL DE BIBLIOTECÁRIOS ARQUIVISTAS E DOCUMETALISTAS, 5.,

1994. Lisboa. **Anais…** Lisboa: Associação de Bibliotecários Arquivistas e Documentalistas, 1994. v. 2: Arquivos, p.153-159.

BECKER, F. **Post-occupancy evaluation: research paradigm or diagnostic tool.**In: Building Evaluation, New York, Plenum Press, 1989, p. 127-134.

BERTHOLINO, M. L. F. **Planejamento e Administração de Sistemas de Informação**. Disponível em: < http:// http/ www.uepg.br/editora/autores/luzia.htm Acesso em: 10/07/2010.

DEAN, E. T. **Daylighting Design in Libraries.** California: Libris Design Project, 2005. 23p. Disponível em <www.librisdesign.org> Acesso em 04 de out. de 2015.

DELOCHE, B. **El museo virtual:** hacia uma ética de las nuevas imágenes. Spain: Ediciones Treas. 2001. 237p.

FEDERAL FACILITIES COUNCIL. **Learning from our buildings.** A State-of the-Practice Summary of Post-Occupancy Evaluation (Federal Council Technical Report, n 145). Washington, DC: National Academy Press, 2001.

FREIRE, I. **Acesso à informação e identidade cultural:** entre o global e o local. Ciência da Informação, América do Norte, 35, ago. 2006. Disponível em: <http://revista.ibict.br/ciinf/index.php/ciinf/article/view/829/674>. Acesso em: 04 Jan. 2012.

GARCEZ, E. M. S; RADOS, G. J.V. **Biblioteca híbrida:** um novo enfoque no suporte à educação a distância. Ciência da Informação, v.31, n.2, p. 22-51, maio/ago. 2002. Disponível em: http://revista.ibict.br/index.php/ciinf/article/view/147/127. Acesso em: 22 dez.2008.

GRAHAM, C. **Furniture for Libraries.** Los Angeles:Libris DESIGN, http://www.librisdesign.org/docs/FurnitureLibraries.pdf, 2005. Acesso em: 20 mar. 2015.

GUBIANI, J. S. **Biblioteca digtal**: uma proposta para publicação edisseminação do conhecimento produzido através das teses e dissertações. 2005. 123 f.Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Centro de Tecnologia da Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

HOTO, S. R. **Más Allá del Prado.** Museos e identidade n la España democrática. Madri: Akal, 2002.

MCCOMB, M. **Library Security**. Los Angeles: Libris DESIGN, http://www.librisdesign.org/docs/LibrarySecurity.pdf, 2005. Acesso em: 13 mar. 2011.

ORNSTEIN, S.W. Avaliação pós-ocupação (APO) no Brasil: estado da arte, desenvolvimento e necessidades futuras**. In:** NUTAU' 96 – Seminário Internacional, Anais, 1997, p.73-86.

ORNSTEIN, S.W.; ROMÉRO, M. **Avaliação pós-ocupação do ambiente construído**. São Paulo, Studio Nobel, Edusp, 1992.

PREISER, W.F. E. **Post-occupancy evaluation,** New York, Van Nostrand Reinhold, 1988.

PREISER, W. Health Center Post-Occupancy Evaluation: Toward Community –Wide Quality Standards. **In**:Anais do NUTAU'98 – Arquitetura e Urbanismo – Tecnologias para o Século XXI, São Paulo, outubro/novembro de 1998. NUTAU – FAUUSP, São Paulo, 1998. sp. (CD-ROM).

REIS, A. T.; LAY, M.C.D. Métodos e técnicas para levantamento de campo e análise de dados: questões gerais. **In:** Workshop Avaliação Pós-Ocupação, Anais, ANTAC/NUTAU, São Paulo, 1994.

RICCI, I. Ultragaz – projeto espaço do conhecimento. **In:** NASSAR, P. (Org.) Memória de empresa: história e comunicação de mãos dadas, a construir o futuro das organizações. SãoPaulo: Aberje, 2004. p. 81-87.

SALTER, C.M. **Acoustics for Libraries**. Los Angeles: Libris DESIGN, http://www.librisdesign.org/docs/AcousticsLibraries.pdf, 2005. Acesso em: 9 mar. 2011.

SANOFF, H. **Integrating Programming, Evaluation and Partcipation in Design** – A Theory Z. Approach. Raleigh: Henry Sanoff, 1991.

SILVER, S. & NICKEL, L.T.. **Surveying User Activity as a Tool for Space Planning in an Academic Library.** University of South Florida, http://www.eric.ed.gov/ERICDocs/, 2002. Acesso em: 17 mar. 2011.

SMIT, J. W. O profissional da informação e sua relação com as áreas de biblioteconomia/documentação, arquivologia e museologia. **In:** VALENTIM, M. L. (Org.) Profissionais da informação: formação, perfil e atuação profissional. São Paulo: Ed. Polis, 2000. p. 119-134.

ZIMRING, C. M. **Post-occupancy evaluation and implicit theory**: an overview. In:Building Evaluation, New York: Plenum Press, 1989, p. 113-126.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MUTIRÃO AUTOGERIDO VERSUS HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL PROMOVIDA PELA COHAB-SP: UMA ANÁLISE COMPARATIVA NA ESCALA DA UNIDADE HABITACIONAL[1]

GONÇALVES, Larissa (1); BONINI, Luci (2)

(1) IPT, e-mail: l.larissasg@gmail.com; (2) IPT, e-mail: lucibonini@gmail.com

RESUMO

Este artigo consiste em uma análise de um mutirão autogerido nomeado Conjunto Paulo Freire, que contou com assessoria técnica da Usina CTAH (Centro de Trabalhos para o Ambiente Habitado) com o objetivo de analisar as unidades habitacionais do mutirão e compará-las com a promoção pública, aqui representada pelo Conjunto Inácio Monteiro, promovido pela Companhia de Habitação Popular de São Paulo (COHAB-SP), que fica localizado em frente ao mutirão. Além disso, foi feita uma análise técnica segundo Ferreira (2012) que aborda as principais questões que permeiam a qualidade da habitação, analisando a escala da unidade habitacional em si segundo parâmetros determinados por Roméro e Ornstein (2003). Foi aplicado um questionário aos moradores dos conjuntos para atestar o nível de satisfação dos mesmos em relação à sua unidade habitacional. Com isso chegou-se a um resultado que as unidades habitacionais do mutirão autogerido são significativamente maiores que as unidades da promoção pública e os moradores estão muito mais satisfeitos com as suas moradias.

Palavras-chave: Mutirão autogerido. Habitação de Interesse Social. Avaliação Pós-Ocupação. Ambiente construído.

ABSTRACT

This article consists an analysis of a self-managed housing estate (mutirão) named Paulo Freire, which included a technical assistance of Usina CTAH (Centro de Trabalhos para o Ambiente Habitado – Center for Inhabited Environments). The objective is to analyze the typology of each apartment unit of Paulo Freire Building and compare with the public promotion of social housing, represented in this paper by the Inacio Monteiro building, a HIS (Social Housing) of *COHAB-SP (São Paulo Popular Housing Organization). Furthermore, a technical analysis of Ferreira (2012), addresses the main issues of quality construction of social housing, by analyzing the scale of the housing unit itself, according to parameters determined by Roméro and Ornstein (2003). A questionnaire was applied to the inhabitants of each apartment unit to certify the level of satisfaction* regarding *the quality of their domestic environment. The final result arouse a bigger question, that the housing units of the self-managed housing estate (mutirão) were significantly bigger than the units of public promotion and the locals were more satisfied with their homes.*

***Keywords**: Self-managed housing estate (mutirão). Social Housing. Post-Occupancy Evaluation. Built environment.*

[1] GONÇALVES, L. S.; BONINI, L. M. M. Mutirão autogerido versus Habitação de Interesse Social promovida pela COHAB-SP: uma análise comparativa na escala da unidade habitacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Inúmeros desafios surgem do cenário de crescimento desenfreado da taxa de urbanização no Brasil, sendo um deles a falta de moradia, o que se configurou em um deficit habitacional histórico na cidade de São Paulo. Como parâmetro, em 2012 o deficit habitacional, somente na Região Metropolitana de São Paulo, era de mais de 580 mil unidades (FJP, 2012). Soma-se a isso a precarização e inadequação das moradias existentes e toda a convulsão social decorrente destes fenômenos.

Este trabalho parte das discussões que culminaram na dissertação de mestrado da autora e tem como objetivo geral atestar, por meio da Avaliação Pós Ocupação (APO), o nível de satisfação dos moradores que participaram do processo do mutirão autogerido, aqui representado pelo Conjunto Paulo Freire, em relação às suas moradias, além de estabelecer um comparativo entre a unidade habitacional do mutirão autogerido e outro meio de produção habitacional de interesse social, aqui representado pelo Conjunto Inácio Monteiro, Habitação de Interesse Social (HIS) promovida pela COHAB-SP.

Uma das organizações que prestam assessoria técnica para mutirões autogeridos é a Usina CTAH (Centro de Trabalho do Ambiente Habitado), que desde 1990 atua articulando processos que envolvam a capacidade de planejar, projetar e construir pelos próprios trabalhadores, mobilizando fundos públicos (USINA CTAH, 2015).

É acreditando neste trabalho que se escolheu um conjunto cuja assessoria técnica foi efetuada pela equipe da Usina CTAH em diferentes etapas do processo do mutirão, desde a discussão e elaboração dos projetos arquitetônicos até a gestão da obra e discussão sobre a gestão no pós-ocupação.

2 CONSIDERAÇÕES SOBRE O MÉTODO

Escolheu-se para análise o Conjunto Paulo Freire, no distrito de Cidade Tiradentes em São Paulo, construído por mutirão autogerido pela Usina CTAH. O agente organizador foi a Associação Paulo Freire, filiada ao ST Leste 1 (Movimento Sem Terra Leste 1), por sua vez vinculada à UMM (União dos Movimentos de Moradia) e o agente financiador foi a Prefeitura Municipal de São Paulo por meio do Programa de Mutirões Autogeridos da COHAB-SP.

Em seguida, buscou-se uma forma de comparar a produção de HIS, culminando no Conjunto Inácio Monteiro, promovido pela COHAB-SP em 2002, que se localiza em terreno contíguo ao do mutirão analisado.

O método utilizado foi a Avaliação Pós-Ocupação (APO) em ambos os conjuntos, sendo que para a aplicação da mesma foram adotados métodos quantitativos e qualitativos de coleta e análise de dados, de forma simultânea e integrada, de modo a assegurar a confiabilidade da pesquisa. Foram coletadas informações sobre o objeto de estudo no aspecto físico – os núcleos habitacionais, sua inserção urbana e histórico – e sobre os

moradores para compreender a interação com o ambiente construído e avaliar a satisfação em relação ao produto e ao processo de produção (ORNSTEIN, 1992).

Foi aplicado um questionário, elaborado a partir dos modelos empregados em pesquisas similares de APOs como em Roméro e Ornstein (1992, 2003) e Nakashigue (2008), levando em consideração a apreensão do morador sobre a sua moradia em moradores que passaram pelo processo do mutirão.

As recomendações de Roméro e Ornstein (2003) foram seguidas para verificar se o usuário não foi entrevistado anteriormente, incluindo a aplicação teste, com a finalidade de não ter duplicidade de resultados. Os síndicos e coordenadores dos movimentos sociais dos dois conjuntos foram antecipadamente comunicados sobre a aplicação dos questionários, facilitando o acesso aos moradores.

Os produtos finais da APO podem colaborar, de forma decisiva, na divulgação dos resultados da pesquisa no meio acadêmico e profissional, facilitando a leitura e a utilização das recomendações geradas.

A principal fonte de dados resultou da aplicação dos questionários, cujos resultados foram tabulados e analisados nas páginas a seguir.

3 RESULTADOS OBTIDOS

O fenômeno de crescimento urbano desenfreado, mesmo que motivado por ciclo econômico virtuoso, gerou paradoxalmente a queda da qualidade de vida da população, uma vez que ocorreu dentro de uma lógica urbanisticamente nociva.

Tendo em vista o grande deficit habitacional do município de São Paulo e o esvaziamento das funções do Estado perante essa condição, existe uma tentativa de combate a este cenário por meio de mutirões autogeridos, oferecendo produção de moradias de qualidade pela junção da técnica, disponibilizada por organizações associadas a profissionais multidisciplinares, ao trabalho de finais de semana da força construtiva em si, representada pelos próprios moradores. Afirma Ferreira (2012) que "(...) a habitação popular no Brasil tornou-se sinônimo de baixa qualidade".

Ao analisar os quadros 1 e 2 a seguir percebe-se, de uma forma geral, que os itens referentes ao Conjunto do Inácio Monteiro estão abaixo da pontuação mínima de 2,5[2] e foram considerados pelos moradores como "péssimos" ou "ruins" em sua maioria, o que permite inferir a insatisfação do moradores com suas unidades, o que não acontece no Conjunto Paulo Freire.

Tal interpretação pode remeter a uma reflexão positiva quanto ao projeto desenvolvido pela Usina CTAH em relação às unidades, uma vez que estas foram pensadas individualmente para cada família, permitindo a individualização da moradia pela família.

[2] Parâmetro determinado segundo Roméro e Ornstein (2003).

De acordo com depoimentos dos próprios moradores do conjunto Paulo Freire e da assessoria técnica, o uso da estrutura metálica teve inúmeras vantagens nesta abordagem, acelerando a construção, definindo os gabaritos para os mutirantes e facilitando a obra por ser pré-fabricada. Além disso, também permitiu que o morador mudasse a planta do apartamento conforme as suas necessidades ao longo da vida, adequando cada unidade ao estilo de vida de cada família, além das diferentes tipologias que a Usina CTAH já havia pensado anteriormente.

Quadro 1: Conjunto Paulo Freire: Unidades Habitacionais

QUESTÕES	Média	Moda	Desvio Padrão
Tamanho da unidade	3,857	4	0,363
Tamanho da cozinha	3,786	4	0,426
Tamanho do banheiro	3,5	4	0,65
Tamanho da sala	3,857	4	0,363
Tamanho dos dormitórios	3,357	3 / 4	0,745
Tamanho da área de serviço	3,5	3 / 4	0,519
Disposição dos cômodos	3,643	4	0,497
Espaço para distribuição de móveis e utensílios	3,643	4	0,497
Espaço para abrir e fechar todas as portas e janelas	3,857	4	0,363
Espaço para atividades de estudos e leitura	3,643	4	0,633
Espaço para receber amigos	3,571	4	0,852
Distância entre as janelas em relação ao vizinho	3,5	4	0,855
Barulho de áreas vizinhas	2,643	3	1,151
Iluminação natural em geral	4	4	0
Ventilação na cozinha	3,714	4	0,469
Ventilação na área de serviço	3,857	4	0,535
Ventilação no resto da unidade	3,857	4	0,363
Temperatura da casa no verão	2,5	2 / 3	0,76
Temperatura da casa no inverno	1,929	1 /2	1,072

Quadro 2: Conjunto Inácio Monteiro: Unidades Habitacionais

QUESTÕES	Média	Moda	Desvio Padrão
Tamanho da unidade	2,4	2	0,548

Tamanho da cozinha	1,4	1	0,548
Tamanho do banheiro	2	2	0,707
Tamanho da sala	2,2	2	0,837
Tamanho dos dormitórios	1,6	1	0,894
Tamanho da área de serviço	1,2	1	0,447
Disposição dos cômodos	1,8	2	0,837
Espaço para distribuição de móveis e utensílios	1,6	2	0,548
Espaço para abrir e fechar todas as portas e janelas	2,2	2	0,837
Espaço para atividades de estudos e leitura	2,4	2	0,548
Espaço para receber amigos	2	2	0,707
Distância entre as janelas em relação ao vizinho	3	3	0
Barulho de áreas vizinhas	1	1	0
Iluminação natural em geral	3,2	3	0,837
Ventilação na cozinha	1,6	1	1,342
Ventilação na área de serviço	2,4	3	0,894
Ventilação no resto da unidade	2,6	3	0,894
Temperatura da casa no verão	2,6	3	0,894
Temperatura da casa no inverno	2,6	3	0,548

Dimensionamento e Ergonomia: Analisando-se o tamanho da unidade como um todo, da sala, banheiro, cozinha, área de serviço e dormitórios, o único item que se demonstrou levemente abaixo da pontuação máxima no Conjunto Paulo Freire foi o tamanho dos dormitórios, mas ainda está bem acima da pontuação considerada mínima de 2,5.

O mínimo exigido pela Secretaria da Habitação e Desenvolvimento Urbano da Prefeitura do Município de São Paulo são 36m2 de área útil mínima por unidade de habitação de dois ou mais dormitórios, sendo os dois conjuntos considerados adequados.

Os itens de distribuição dos cômodos, espaços para guardar utensílios e móveis, abrir e fechar todas as portas e janelas, para atividades de leitura e estudos e para receber amigos, também foram classificados como "ótimo" pelos moradores do Conjunto Paulo Freire.

Também existe a possibilidade de uso dos cômodos para trabalho e estudo, por exemplo. Na cozinha levou-se em consideração a presença concomitante de mais de um morador, com espaço de armazenamento. Além disso, todas as prumadas hidráulicas do edifício e internamente às unidades foram otimizadas.

Em contraposição, no Conjunto Inácio Monteiro, as questões de tamanho da unidade, tamanho da sala e banheiro foram classificados como "ruins" e o tamanho da cozinha, área de serviço e dormitórios foram classificados como "péssimos" e todos estão abaixo da pontuação mínima de 2,5. O mesmo acontece para os outros itens, que também foram classificados como "ruins" pelos moradores.

Os ambientes do Paulo Freire são melhores distribuídos, com espaço inclusive para uma dispensa,com cozinha confortável e área de serviço adequada. O mesmo não se observa no Inácio Monteiro, onde os ambientes são sub-dimensionados, a cozinha não possui ventilação e iluminação naturais diretas, tendo somente uma janela na área de serviço.

Em relação ao dimensionamento dos ambientes, analisado segundo recomendações do IPT (1987), o Conjunto Paulo Freire está, em geral, acima das áreas consideradas mínimas para cada ambiente, conforme observado no quadro 3 a seguir, assim como se analisado pela legislação municipal vigente.

A tipologia 1, apesar de ter uma metragem quadrada da cozinha menor que a área recomendada pelo IPT (1987), a cozinha, sala de jantar e sala de estar são unidas em um mesmo ambiente, assim como as tipologias 2 e 3. Os quartos na tipologia 1 têm a área útil menor das consideradas mínimas, porém essa unidade tem 3 quartos e sala ampla (quase 15m²) escolha de projeto feita a fim de variar as tipologias em função das diferentes famílias que iriam adquirir a unidade. Já se o Paulo Freire for analisado pela legislação estadual, mais exigente quanto às metragens quadradas mínimas dos dormitórios, nenhum deles de nenhuma tipologia estão adequados. O resto das unidades estão adequadas conforme essa legislação.

Ao analisar o Conjunto Inácio Monteiro em relação ao dimensionamento das unidades nota-se que os ambientes, excluindo o banheiro, estão todos subdimensionado segundo o IPT (1987) e o Código Sanitário (1978), estando somente adequado perante o Código de Obras e Edificações (1992). O banheiro, por sua vez, está superdimensionado, podendo essa área ser melhor aproveitada caso redesenhado o padrão da COHAB-SP, neste caso. A sala fica muito aquém do mínimo exigido pelo IPT (1987) possuindo apenas 8m² e não possibilitando diferentes layouts, ou até mesmo a colocação de mesas de jantar. Na tipologia visitada pela pesquisadora não existia um local determinado para fazer as refeições.

A partir desses dados analisados do quadro 3 a seguir é possível concluir primeiramente que a legislação municipal precisa ser revista, uma vez que a metragem quadrada mínima exigida para cada ambiente está muito subdimensionada em relação aos outros parâmetros estabelecidos. Além disso, o Conjunto Paulo Freire se mostra novamente superior em relação ao Conjunto Inácio Monteiro: em áreas totais construídas, as tipologias do Conjunto Paulo Freire têm 56 e 57m² em relação à aproximadamente 40m² do Conjunto Inácio Monteiro, além dos cômodos serem melhor distribuídos e os espaços melhor aproveitados.

Quadro 3: Áreas úteis mínimas recomendadas e áreas úteis por cômodo encontradas nas tipologias dos conjuntos (em m²)[3]

Instituição	1o dorm.	2o dormit.	3o dormit.	Sala	Coz.	Banho	A.S.	Circ.	TOTAL
IPT (1987)	9,00	8,00	8,00	12,00	10,00	2,50	1,50	-	-
Código de Obras e Edificações (1992) - Legislação municipal	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	2,00	1,50	-	-
Código Sanitário (1978) - Legislação estadual	12,00	10,00	8,00	8,00	4,00	2,50	-	-	-
Tipologia 1 - Conjunto Paulo Freire	7,33	5,08	5,08	14,96 *	8,38*	2,64	4,20	1,31	48,98
Tipologia 2 - Conjunto Paulo Freire	8,67	8,56	-	15,58 *	7,87*	2,63	4,20	1,34	48,85
Tipologia 3 - Conjunto Paulo Freire	9,01	9,00	-	17,44 *	5,97*	2,64	4,21	1,35	49,62
Tipologia 4 - Conjunto Paulo Freire	9,00	9,00	8,69	17,27	7.30	2,63	2,56	1,21	50,36
Tipologia única - Conjunto Inácio Monteiro	7,66	7,66	-	8,00	6,75	2,91	1,42	-	34,4

*salas e cozinha são consideradas o mesmo ambiente pelo desenho da planta.

Flexibilidade e adaptabilidade: Este parâmetro se refere às possibilidades de alteração interna às unidades segundo as diferentes necessidades de seus moradores. Um projeto adequado possibilita a variação nos arranjos dos cômodos, para se adequarem às diversidades e mudanças no perfil e composição familiares. O uso de alvenarias leves não estruturais, por exemplo, possibilitaria alterações de planta a custos baixos. Recomenda-se também prever variação tipológica nas unidades em um mesmo empreendimento, visando atender a diferentes perfis familiares (FERREIRA, 2012).

Este quesito é bem estabelecido no Conjunto Paulo Freire, uma vez que existem quatro diferentes tipologias no projeto, abrangendo diferentes

[3] Dados dos conjuntos obtidos por meio do redesenho das plantas fornecidas pela COHAB-SP e pela Usina CTAH.

famílias e sem o uso de alvenaria estrutural, o que permite a mudança no layout conforme a necessidade das pessoas. No Inácio Monteiro, existe somente uma tipologia sem possibilidade de rearranjo.

Conforto Acústico: Com relação ao item "barulho de áreas vizinhas", observa-se que no Paulo Freire, apesar da moda ter sido apontada para o valor "bom" (ver quadro 1), houve um desvio padrão muito alto, indicando que existem moradores muito insatisfeitos com esse item. No Inácio Monteiro esse item também foi considerado de forma negativa, sendo classificado como "péssimo".

Nas entrevistas os moradores de ambos os conjuntos reclamavam do barulho intenso dos vizinhos vindo das áreas externas. Isso se deve basicamente à proximidade das vias de circulação e dos bolsões de estacionamentos, ao excesso de veículos pertencentes ao conjunto e à fragilidade da janela, que isola muito pouco nos dois casos.

Conforto Térmico: Nos itens "temperatura da casa no verão" e "temperatura da casa no inverno" verificou-se que os entrevistados do Paulo Freire apresentaram respostas de tendência negativa, sendo os únicos dentre todos os itens avaliados que ficaram na média 2,5 pontos ou menores. Apesar disso, constatou-se que o desvio padrão nesses casos foi alto, demonstrando que essa resposta não é uma unanimidade para esse item. No Conjunto Inácio Monteiro esses itens não foram considerados tão negativamente, ficando com uma moda de "bom" e ultrapassando a pontuação mínima de 2,5.

Uma hipótese para essa diferença é o uso da estrutura metálica no Conjunto Paulo Freire, uma vez que o metal conduz muito calor e pode influenciar diretamente na temperatura dos ambientes (FROTA; SCHIFFER, 2001). Porém, é preciso efetuar um estudo mais a fundo sobre esta relação para que a hipótese seja confirmada.

A não unanimidade das respostas do Paulo Freire também pode sugerir uma relação com a orientação solar de cada apartamento, de modo que a percepção do usuário com relação à temperatura se alterou de acordo com a fachada predominante da respectiva unidade. Ao analisar o projeto arquitetônico do conjunto, pode-se constatar que nem todas as unidades foram direcionadas para a fachada com orientações solares adequadas segundo parâmetros estabelecidos por Frota e Schiffer (2001, p.75).

Utilizando-se como parâmetro para conforto ambiental as diretrizes apontadas por Ferreira (2012) observa-se que é importante priorizar a ventilação cruzada nas unidades, as boas condições de conforto térmico e desempenho acústico adequado, além da priorização de sistemas que possibilitem diferentes desempenhos em função das variações regionais, diversidade climática e usos, garantindo também conforto acústico.

Aspectos relacionados à adequabilidade da edificação ao clima local têm se tornado cada vez mais importantes e determinantes nas soluções adotadas em projeto e surgem como um cenário a ser incorporado nos

próximos projetos (FERREIRA, 2012).

Analisando os conjuntos sob esses parâmetros, constatou-se que o fluxo de ar interno nas unidades habitacionais no Conjunto Paulo Freire é favorecido em função da localização e do tipo de aberturas existentes. A ventilação cruzada nos ambientes favorece enormemente o conforto térmico, facilita e acelera a renovação do ar (FERREIRA, 2012), o que ocorre em todos os ambientes do Conjunto Paulo Freire, uma vez que todos possuem aberturas de janelas e portas. No Conjunto Inácio Monteiro, a cozinha não possui aberturas para o exterior, deixando a circulação do ar ocorrer pela janela da área de serviço, contribuindo para um ambiente úmido e insalubre.

Distribuição das unidades nos pavimentos tipo: De acordo com Ferreira (2012) ao se tratar da distribuição das unidades nos pavimentos tipo é preciso garantir a privacidade das unidades, a facilidade de acesso, boa relação entre o número de unidades no pavimento e as circulações vertical e horizontal, maximização do uso de iluminação natural nas áreas condominiais e melhores condições de conforto ambiental.

O conjunto Paulo Freire é um bom exemplo da aplicação desses parâmetros de qualidade no projeto, uma vez que a circulação vertical com uso de estruturas metálicas em diversos pontos permitiu um espaço para convívio no terraço em frente à algumas unidades. Além disso, foram previstas e implantadas áreas ajardinadas, espaços de convívio com boa insolação, formando percursos agradáveis para os moradores, espaços inexistentes no Conjunto Inácio Monteiro.

Eficiência: Ferreira (2012) considera ser necessária a prioridade de sistemas construtivos que usem a modulação na construção para redução de perdas de materiais pela necessidade de cortes e a adoção de dimensões padronizadas, permitindo a utilização de componentes industrializados ou pré-fabricados para reduzir as perdas de materiais e os resíduos produzidos.

O Conjunto Paulo Freire foi construído levando em consideração este princípio com estrutura metálica e blocos de concreto, permitindo o uso de materiais pré fabricados, evitando entulhos e facilitando a construção para a mão de obra não especializada.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na escala da unidade habitacional em si houve uma conclusão positiva quanto ao projeto desenvolvido pela Usina CTAH em relação às unidades, uma vez que estas foram pensadas individualmente para cada família, permitindo ainda a adaptação de cada família para a sua moradia.

O uso da estrutura metálica foi muito vantajoso e permitiu que os parâmetros definidos por Ferreira (2012) como ideais em empreendimentos habitacionais fossem cumpridos no Conjunto Paulo Freire, além de se demonstrar superior em relação ao dimensionamento também.

Foi concluído que é preciso uma revisão do espaço habitacional de interesse social proposto pela COHAB-SP. É preciso ter uma maior

preocupação com o morador em si, talvez aumentando o trabalho social e torná-lo mais intenso, unindo os assistentes sociais às esferas técnicas construtivas de produção de projetos e da construção em si, a fim de intensificar a relação morador-projeto.

É necessária também uma maior participação dos futuros moradores no processo de produção (seja ela na etapa de projeto ou de construção) e o treinamento intensivo para que estes se habilitem a gerir, administrar e manter os apartamentos e edifícios por conta própria, na forma de condomínios ou cooperativas.

Além disso, é preciso um estudo do contexto cultural e da tipologia habitacional diante das possíveis diferenciações socioeconômicas e das necessidades de moradores oriundos de áreas específicas (por exemplo, favelas), análises tipológicas e dimensionais das unidades habitacionais e dos edifícios (diante da evolução da composição familiar), aumento das áreas livres destinadas à convivência social, aumentando também a interação entre espaço familiar e espaços de uso coletivo e efetiva inserção na malha urbana, com diversidades tipológicas, sugeridas por Roméro e Ornstein (2003).

No caso do Conjunto Paulo Freire, conforme visto anteriormente, a Usina CTAH teve a preocupação com o projeto arquitetônico, individualizando as unidades, promovendo uma implantação adequada e utilizando técnicas construtivas específicas para cada situação encontrada e adequando-o à topografia do terreno.

No Conjunto Inácio Monteiro isso não ocorreu, sendo nele utilizada a tipologia padrão da COHAB-SP, sem preocupação com o indivíduo e com a implantação do edifício no terreno. O resultado disso foi, de maneira geral, moradores muito insatisfeitos com as suas unidades e com a baixa qualidade de vida à qual estão submetidos, enfatizando ainda mais os problemas sociais existentes para essa faixa de renda.

REFERÊNCIAS

FERREIRA, João Sette Whitaker. **Produzir casas ou construir cidades?** Desafios para um novo Brasil urbano. Parâmetros de qualidade para a implementação de projetos habitacionais e urbanos. Coordenador João Sette Whitaker Ferreira. São Paulo: LABHAB; FUPAM, 2012.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2011-2012 / Fundação João Pinheiro**. Centro de Estatística e Informações – Belo Horizonte, 2015. 126p. Disponível em:<http://www.fjp.mg.gov.br>. Acesso em 28 set. 2015.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de Conforto Térmico.** 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 243 p.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Manual de Orientação para Execução Racionalizada de Instalações em Intervenções para ajuda mútua.** São Paulo: IPT, 1987.

USINA CTAH (São Paulo). **Usina CTAH**. 2015. Disponível em: <http://www.usina-ctah.org.br>. Acesso em: 02 fev. 2015.

ORNSTEIN, S. W. **Avaliação pós-ocupação Conjunto Habitacional Presidente Castelo Branco**. São Paulo, Companhia Metropolitana de Habitação de São Paulo - COHAB-SP/Fundação para a Pesquisa Ambiental - FUPAM/Caixa Econômica Federal - CEF, 1992.

ORNSTEIN, Sheiila Walbe (Coords./eds.); ROMÉRO, Marcelo de Andrade. **Avaliação Pós-Ocupação**: métodos e técnicas aplicados à habitação social. Porto Alegre: ANTAC, 2003. (Coleção Habitare).

SÃO PAULO (cidade) Leis, Decretos, etc. **Código de Obras e Edificações**. Lei n° 11.228/92 de 04/06/1992.

SÃO PAULO (estado) Leis, Decretos, etc. **Código Sanitário do Estado de São Paulo**. Decreto Lei n°12.342 de 27/09/1978.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE VISTAS A PARTIR DE APARTAMENTOS EM EDIFÍCIOS ALTOS[1]

GREGOLETTO, Débora (1); REIS, Antônio Tarcísio (2)

(1) UFRGS, e-mail: deboragrego@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: tarcisio.reis@ufrgs.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é avaliar a qualidade de vistas a partir da janela principal da sala de estar de apartamentos situados em edifícios altos em diferentes contextos urbanos. Adicionalmente, é investigado se a vista é um fator importante na escolha do imóvel e se as vistas a partir de apartamentos em andares mais altos, as mais valorizadas no mercado imobiliário, são percebidas como as mais satisfatórias pelos seus moradores. A coleta de dados foi realizada através de questionários acessados via internet por 76 moradores de apartamentos situados em edifícios altos (com 14, 18 e 21 pavimentos) em Porto Alegre, divididos em três grupos: moradores de "andares baixos" (até o 5º pavimento), de "andares intermediários" (do 6º ao 9º pavimento) e de "andares altos" (a partir do 10º pavimento). A análise de dados foi realizada através de testes estatísticos não-paramétricos. Os principais resultados revelam que tanto o andar de moradia quanto o contexto onde as edificações estão inseridas parecem afetar a avaliação da vista, com as vistas a partir de andares intermediários e altos tendendo a ser as mais satisfatórias. Contudo, tanto em andares baixos e intermediários, quanto em andares altos, as vistas podem ser bloqueadas ou parcialmente bloqueadas por outros edifícios altos.

Palavras-chave: avaliação estética, qualidade de vistas, edifícios altos

ABSTRACT

The purpose of this paper is to evaluate the quality of views from the main window of the living room of apartments located in tall buildings in different urban contexts. Additionally, it is investigated if the view is an important factor in the property choice and if their users perceive views from apartments on higher floors, the most valued by the real estate, as the most satisfactory. Data collection was carried through questionnaires accessed via internet by 76 residents of apartments located in tall buildings (with 14, 18 and 21 floors) in Porto Alegre, divided into three groups: residents of "lower floors" (up to the 5th floor), of " intermediate floors" (from 6th to 9th floor) and "upper floors" (from the 10th floor). Data was analyzed using non-parametric statistical tests. The main results show that both the floor level and the buildings' context appear to affect the evaluation of the view, with views from intermediate and upper floors tending to be the most satisfactory. However, both on lower and intermediate floors, as on higher floors, the views can be blocked or partially blocked by other tall buildings.

***Keywords**: aesthetics evaluation, quality of views, tall buildings.*

[1] GREGOLETTO, Débora; REIS, Antônio Tarcísio. Avaliação da qualidade de vistas a partir de apartamentos em edifícios altos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A importância da estética das cidades para a qualidade de vida de seus usuários tem sido evidenciada em diversos estudos (p. ex. KAPLAN; KAPLAN; RYAN, 1998; REIS; BARCELOS; LAY, 2008; REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010). Os edifícios altos estão entre os elementos que mais se destacam na paisagem das cidades contemporâneas, impactando significativamente na estética urbana (MACEDO, 1991; GONÇALVES, 2010). Entre os principais impactos negativos gerados pelos edifícios altos na paisagem urbana, conforme as percepções dos usuários do espaço urbano, estão as barreiras visuais formadas pelos edifícios altos e o consequente bloqueio das vistas e dos elementos naturais nas cidades (GREGOLETTO; REIS, 2012). Os bloqueios das vistas podem ser percebidos, principalmente, a partir de andares inferiores das edificações. Por outro lado, vistas de áreas urbanas observadas a partir de andares altos tem sido mencionadas como aspectos positivos de edifícios altos (GONÇALVES, 1999; GIFFORD, 2007).

A relevância da qualidade estética das vistas a partir das janelas dos edifícios tem sido identificada em diversos estudos, por exemplo, envolvendo apartamentos, escritórios, prisões e hospitais (p. ex. KAPLAN; KAPLAN; RYAN, 1998; KAPLAN, 2001). A existência de vistas esteticamente atraentes a partir das edificações não depende, exclusivamente, da dimensão das aberturas, mas sim da sua orientação para pontos de interesse no exterior (REIS; AMBROSINI; LAY, 2004; REIS; BARCELOS; LAY, 2008). Conforme verificado por vários autores (p. ex. LYNCH, 1960; NASAR, 1998; KAPLAN; KAPLAN; RYAN, 1998; REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010), os ambientes preferidos pelas pessoas e, logo, as vistas a partir de edificações, tendem a se caracterizar pela presença de elementos naturais (p.ex., árvores, gramados e lagos), por campos visuais amplos, organizados e com alguma variação.

As vistas amplas, principalmente quando associadas a elementos naturais, tendem a ser as vistas mais apreciadas (KAPLAN; KAPLAN, 1982, REIS; AMBROSINI; LAY, 2004; REIS; BARCELOS; LAY, 2008; REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010). As vistas amplas podem também ser preferidas devido ao seu significado como *status*, associado com grandes espaços abertos privados e a riqueza necessária para adquirir tais espaços (NASAR, 1998).

Por outro lado, vistas esteticamente não atraentes ou desagradáveis tendem a estar associadas a edifícios muito próximos, fachadas monótonas, paredes cegas e muros (NASAR, 1992; REIS; AMBROSINI; LAY, 2004; REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010). No caso dos edifícios altos, podem ser visualizados outros elementos pouco atraentes tais como telhados ou terraços das edificações mais baixas contendo caixas d'água, chaminés e equipamentos de ar condicionado (FORD, 2000). Ainda, estudos (p. ex. CIBSE, 1987; REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010) revelam uma queda acentuada nos níveis de satisfação quando o céu é totalmente ou parcialmente obstruído na vista; assim os moradores dos andares inferiores, nos edifícios altos tenderiam a possuir uma vista com menor qualidade.

No contexto residencial e de turismo, o papel da vista é refletido em indicadores econômicos, como valor do aluguel, da habitação, e até mesmo tarifa de quarto de hotel. A vista é também suscetível de ser mencionada como uma comodidade em anúncios para a habitação temporária e permanente (KAPLAN, 2001). No Brasil, os apartamentos situados em andares mais elevados tendem a possuir valorização imobiliária maior do que aqueles situados em andares mais baixos, principalmente, devido à possibilidade de vistas mais qualificadas. Para o SECOVI-SP (Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo, 2012), o principal ponto considerado na hora de escolher o apartamento é a vista, o que explica o maior valor de mercado dos imóveis em andares altos. Mas não basta o apartamento estar localizado em andar alto, é necessário que a vista seja interessante, voltada para áreas verdes ou para uma visão panorâmica sobre a cidade para que a beleza seja considerada um atrativo do imóvel (SECOVI, 2012). Em oposição à valorização imobiliária dos andares altos, para Gehl (2010), a interação entre os edifícios altos e o espaço urbano no seu entorno é excelente nos dois andares mais baixos e razoável a partir do terceiro, quarto e quinto andares, de onde se pode assistir e acompanhar a vida da cidade. Acima de cinco andares a situação muda drasticamente, pois detalhes não podem ser vistos, as pessoas no nível do solo não podem ser reconhecidas nem contatadas.

Logo, existem informações acerca da importância da qualidade estética da vista do interior para o exterior das edificações assim como os aspectos que tendem a caracterizar uma vista esteticamente atraente. Contudo, são necessários mais estudos que possibilitem avaliar a qualidade das vistas a partir de edifícios altos, a fim de verificar se as vistas a partir de apartamentos situados em andares mais elevados são percebidas como mais satisfatórias pelos seus usuários do que as vistas a partir de andares mais baixos, além de verificar se a vista é um fator importante na escolha do imóvel. Assim, é objetivo deste trabalho investigar o nível de satisfação dos moradores com as vistas observadas a partir da janela principal da sala de estar de apartamentos situados em distintos andares de edifícios altos em diferentes contextos urbanos, as razões para tais níveis de satisfação, e se tais vistas constituem um fator importante na escolha do imóvel.

2 METODOLOGIA

A coleta de dados foi realizada através de questionários aplicados via internet para moradores de edifícios ou condomínios verticais da cidade de Porto Alegre–RS com altura acima de 10 pavimentos, altura esta considerada como limite para que a edificação seja considerada edifício alto (GREGOLETTO; REIS, 2012). O emprego da internet para preenchimento de questionários através de programa como o Lime Survey possibilita a obtenção de um maior número de respondentes em um determinado espaço de tempo, a redução do tempo de aplicação dos questionários e da tabulação dos dados. O Lime Survey tem sido utilizado em diversos

estudos (GREGOLETTO *et al.*, 2013; JOHN, 2012) e se mostrado bastante satisfatório, eliminando também possíveis erros na tabulação dos dados, uma vez que estes são transferidos diretamente deste programa para a planilha do programa estatístico SPSS/PC. Foi encaminhada via e-mail para os respondentes uma carta de apresentação da pesquisa contendo o *link* de acesso ao questionário.

Inicialmente foram selecionados 15 edifícios altos representando diferentes contextos urbanos da cidade de Porto Alegre. Após o prazo estipulado de 20 dias para retorno do questionário, somente 4 edifícios apresentaram respondentes na maioria dos andares das edificações e assim fizeram parte da amostra de edifícios altos. Desse modo, as edificações que fizeram parte do estudo não podem ser consideradas representativas de toda a cidade de Porto Alegre, mas sim de contextos urbanos específicos, conforme segue:

O Condomínio 1 (Figura 1) está situado junto ao Parque Germânia. A área é caracterizada pela presença de diversos edifícios altos no entorno do parque. O edifício possui 18 pavimentos com 11 apartamentos em cada andar, dos quais 7 apartamentos são voltados para a área verde e os demais possuem vistas relativamente amplas para outras edificações ou para terrenos não ocupados.

Figura 1- Condomínio 1



Fonte: Google Maps, 2013

O Condomínio 2 (Figura 2) também está situado junto ao Parque Germânia, e se trata de um condomínio vertical composto por duas torres residenciais com 18 pavimentos cada e 2 apartamentos por andar em cada torre. Todas as janelas das salas de estar dos apartamentos são voltadas para o parque, propiciando vistas amplas e com presença de vegetação.

Figura 2- Condomínio 2



Fonte: Google Maps, 2013

O Condomínio 3 (Figura 3) é composto por seis torres residenciais com 21 pavimentos cada – 17 andares de apartamentos e 4 de garagens - e 12 apartamentos por andar em cada torre. As janelas das salas de estar estão voltadas para diferentes situações urbanas incluindo vistas para outras torres do mesmo condomínio. Em função destes edifícios serem os mais altos do contexto, as vistas dos apartamentos voltados para a rua são amplas, assim como as vistas para os fundos pela presença de arborização.

Figura 3 - Condomínio 3



Fonte: Google Maps, 2013

O Condomínio 4 (Figura 4) está situado em uma zona onde são permitidas alturas até 52 metros, sendo a presença de edifícios altos residenciais ou comerciais no entorno relativamente recente e decorrente da substituição

das residências. O edifício possui 14 pavimentos, com um apartamento por andar e com todas as janelas das salas de estar dos apartamentos voltadas para a mesma área. As vistas dos andares mais baixos permitem a visualização da arborização na rua, enquanto nos andares mais elevados, mesmo com a presença de outros edifícios altos, as vistas se tornam mais amplas e possibilitam a visualização de área aberta esportiva de uma escola próxima.

Figura 4 – Condomínio 4



Fonte: Google Maps, 2013

O questionário foi constituído por questões relativas às características composicionais dos respondentes e por questões relativas à avaliação estética da vista a partir da janela principal da sala dos apartamentos dos respondentes, às razões para tais avaliações, e à importância de tais vistas na escolha do imóvel. Seis vistas representativas daquelas existentes a partir de edifícios altos em Porto Alegre foram incluídas no questionário para que o respondente pudesse indicar, dentre estas, aquela similar à vista da janela da sala de estar de seu apartamento (Figura 5).

A amostra de respondentes do questionário foi constituída por 76 respondentes - 10 moradores do Condomínio 1, 12 moradores do Condomínio 2, 47 moradores do Condomínio 3 e 7 moradores do Condomínio 4. Além de estarem divididos em grupos conforme o condomínio em que residem, os respondentes foram agrupados conforme o andar do apartamento: "andares baixos" - até o 5º pavimento; "andares intermediários" - do 6º ao 9º pavimento; e "andares altos" - a partir do 10º pavimento.

Figura 5 – Vistas representativas daquelas existentes a partir de edifícios altos



Fonte: Elaborado pelos autores

Os dados de natureza quantitativa provenientes dos questionários, caracterizados como variáveis nominais e ordinais, foram analisados no programa estatístico SPSS/PC através de frequências e de testes estatísticos não-paramétricos como: tabulação cruzada (Phi) - revela relações estatisticamente significativas entre duas variáveis nominais; Kruskal-Wallis - revela a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as avaliações de um mesmo aspecto (variável ordinal) por três ou mais amostras independentes (variável nominal) e Kendall W – revela a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as avaliações de três ou mais aspectos ou amostras dependentes (variável ordinal) por um mesmo grupo (variável nominal) (LAY; REIS, 2005).

3 RESULTADOS

A avaliação da vista a partir da janela principal da sala de estar de seus apartamentos nos quatro condomínios selecionados, pelo total dos respondentes, foi expressivamente positiva (87,8% - Tabela 1). As principais justificativas citadas para as avaliações positivas foram a "vista ampla", a "existência de céu visível" e a "existência de vegetação".

Verifica-se que a maioria dos respondentes mora em apartamentos nos andares altos (70,3% - 52 de 74; Tabela 1), o que, aliado às características dos contextos (com áreas abertas e quantidade reduzida de edifícios altos, principalmente, nos casos dos Condomínios 1 e 2 – Figuras 1 e 2), permite compreender os tipos de vistas predominantes a partir da janela da sala dos apartamentos, assim como as suas avaliações positivas. As características dos contextos dos condomínios também possibilitam entender porque apenas 20% (2 de 10) dos moradores dos andares baixos indicaram as vistas

2 e 4 (vistas reduzidas com edificações; Figura 5) como semelhantes àquelas visualizadas a partir da janela da sala de estar do apartamento (Tabela 2), justamente os respondentes do Condomínio 3 (Figura 3), aquele com a maior proximidade entre os edifícios altos. Neste mesmo Condomínio 3, estão os únicos moradores de andares altos (3 de 52) que indicaram a vista 2 (vista reduzida com edificações; Figura 5), aquela que, conforme outros estudos sobre a qualidade das vistas (p.ex., REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010), pode ser considerada como uma das vistas menos satisfatórias dentre as seis apresentadas.

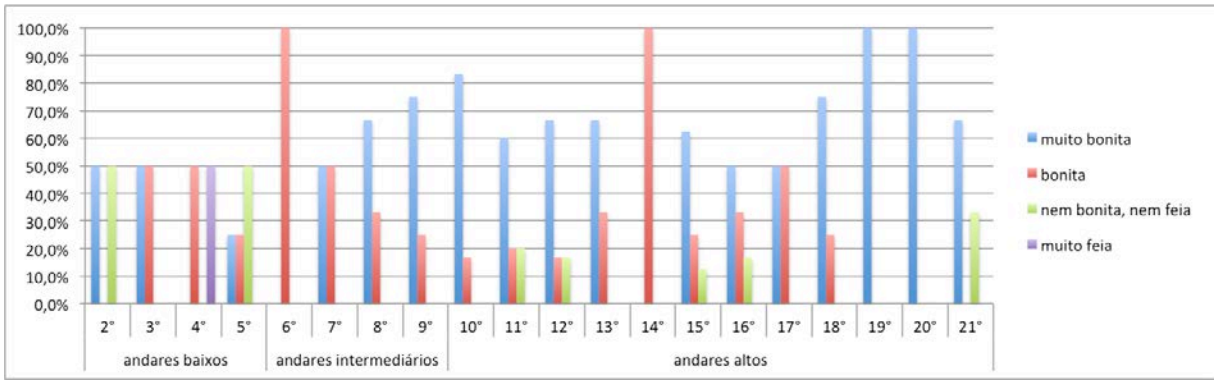
Tabela 1: Avaliação da vista a partir da janela da sala do apartamento

Avalie a vista a partir da janela principal da sala de estar (ou sacada) de seu apartamento:	Total da amostra	Condomínios selecionados				Andar de moradia		
		Condomínio 1	Condomínio 2	Condomínio 3	Condomínio 4	Andares baixos	Andares intermediários	Andares altos
Muito bonita	43 (58,1)	6 (60,0)	11 (100)	22 (47,8)	4 (57,1)	3 (30,0)	6 (50,0)	34 (65,4)
Bonita	22 (29,7)	4 (40,0)	0 (0)	16 (34,0)	2 (28,6)	3 (30,0)	6 (50,0)	13 (25,0)
Nem bonita, nem feia	8 (10,8)	0 (0)	0 (0)	7 (14,9)	1 (14,3)	3 (30,0)	0 (0)	5 (9,6)
Feia	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	0 (0)
Muito feia	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)	1 (2,1)	0 (0)	1 (10,0)	0 (0)	0 (0)
Total	74 (100)	10 (13,5)	11 (14,9)	46 (61,1)	7 (9,5)	10 (13,5)	12 (16,2)	52 (70,3)
mvo K-W	-	35,00	22,00	41,66	38,07	51,20	38,25	34,69

Fonte: elaborado pelos autores

Notas: Os valores entre parênteses referem-se aos percentuais em relação ao total de respondentes em cada grupo de moradores; mvo K-W = média dos valores ordinais obtida pelo teste Kruscal-Wallis (os valores menores referem-se aos grupos mais satisfeitos).

Figura 6: Avaliação das vistas a partir da janela do apartamento de acordo com o andar de moradia



Fonte: elaborado pelos autores

Nota: os percentuais indicam a quantidade de moradores que avaliaram as vistas em cada pavimento.

Contudo, foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa (K-W, chi^2=6,387, sig.=0,041) entre as avaliações das vistas pelos moradores de andares baixos, intermediários e altos. Nos andares intermediários e altos o grau de satisfação com a vista foi maior (100% e 90,4% de avaliações positivas, respectivamente) do que nos andares baixos (60% de avaliações

positivas) (Tabela 1 e Figura 6). Embora existam avaliações positivas das vistas em todos os pavimentos, estas ocorrem especialmente acima do 8º andar. Já as vistas consideradas negativas foram verificadas somente no 4º andar do Condomínio 3, caracterizadas pela proximidade de outras edificações (Tabela 1 e Figura 6).

Ainda que tenha sido encontrada uma diferença estatisticamente significativa (K-W, chi²=9,760, sig.=0,021) entre as avaliações das vistas a partir da janela da sala de estar dos apartamentos, pelos moradores dos Condomínios 1, 2, 3 e 4, tal diferença está na intensidades das avaliações positivas das vistas: os moradores dos Condomínios 1 e 2 (Figuras 1 e 2), localizados junto a áreas verdes estão mais satisfeitos com as vistas (100% de avaliações positivas em cada um dos dois condomínios) do que aqueles nos Condomínios 3 e 4 (81,8% e 85,7% de avaliações positivas, respectivamente; Figuras 3 e 4) que estão e áreas urbanas com a presença bem menor de verde (Tabela 1). Os moradores do Condomínio 2 (Figura 2) são os respondentes que mais estão satisfeitos com a qualidade da vista a partir da janela da sala do seu apartamento, enquanto que os moradores do Condomínio 3 (Figura 3) são aqueles que apresentam menor satisfação com a vista.

Tabela 2: Indicação da vista que mais se assemelha com a vista a partir da janela da sala do apartamento

	Indicação de vista semelhante	Vista 1	Vista 2	Vista 3	Vista 4	Vista 5	Vista 6	Total
		Característica da vista						
		Vista ampla + céu visível	Vista reduzida + edificação	Vista ampla + vegetação	Vista reduzida + edificação	Vista intermediária + céu visível	Vista reduzida + vegetação	
	Total da amostra	24 (32,4)	4 (5,4)	39 (52,7)	1 (1,4)	4 (5,4)	2 (2,7)	74 (100)
Edifícios selecionados	**Condomínio 1**	0 (0)	0 (0)	9 (90,0)	0 (0)	1 (10,0)	0 (0)	10 (13,5)
	Condomínio 2	0 (0)	0 (0)	11 (100)	0 (0)	0 (0)	0 (0)	11 (14,9)
	Condomínio 3	23 (50,0)	4 (8,7)	15 (32,6)	1 (2,2)	3 (6,5)	0 (0)	46 (62,1)
	Condomínio 4	1 (14,3)	0 (0)	4 (57,1)	0 (0)	0 (0)	2 (28,6)	7 (9,5)
Andar de moradia	**Andares baixos**	1 (10,0)	1 (10,0)	4 (40,0)	1 (10,0)	1 (10,0)	2 (20,0)	10 (13,5)
	Andares intermediários	5 (41,7)	0 (0)	5 (41,7)	0 (0)	2 (16,7)	0 (0)	12 (16,2)
	Andares altos	18 (34,6)	3 (5,8)	30 (57,7)	0 (0)	1 (1,9)	0 (0)	52 (70,3)

Fonte: elaborado pelos autores

Notas: os valores entre parênteses referem-se aos percentuais em relação ao total de respondentes

Dentre as seis vistas apresentadas (Figura 5), a vista 3 (vista ampla com vegetação em primeiro plano) foi aquela indicada pela totalidade dos respondentes no Condomínio 2, por 90% daquelas no Condomínio 1, por 57,1% dos moradores no Condomínio 4, e por 32,6% daqueles no Condomínio 3, como a vista semelhante à vista a partir da janela da sala de estar do

apartamento (Tabela 2). Ainda, 50% dos moradores no Condomínio 3 indicaram a vista 1 (vista ampla com céu visível; Figura 5) e 28,65% daqueles no Condomínio 4 indicaram a vista 6 (vista reduzida com vegetação; Figura 5). Assim, estas indicações explicam os altos níveis de satisfação dos moradores dos quatro condomínios com a vista a partir da janela da sala de seus apartamentos.

A expressiva maioria dos respondentes (87,7%) considera a vista como muito importante (54,8%) ou importante (32,9%) na escolha do imóvel no qual reside (Tabela 3). Contudo, foi encontrada uma diferença estatisticamente significativa entre moradores dos Condomínios 1, 2, 3 e 4 (K-W, chi²=8,334, sig.=0,040) quanto à importância da vista na escolha do imóvel. A vista foi mais determinante na escolha do imóvel para os respondentes que residem nos Condomínios 2 (Figura 2) e 4 (Figura 4), que possuem vistas satisfatórias, independente do andar de moradia, do que para aqueles nos outros dois condomínios.

Tabela 3: Importância da vista na escolha do imóvel

Grau de importância	Total da amostra	Condomínios selecionados				Andar de moradia		
		Condomínio 1	Condomínio 2	Condomínio 3	Condomínio 4	Andares baixos	Andares intermediários	Andares altos
Muito importante	40 (54,8)	5 (50,0)	9 (81,8)	20 (44,4)	6 (85,7)	3 (30,0)	7 (58,3)	30 (58,8)
Importante	24 (32,9)	3 (30,0)	2 (18,2)	18 (40,0)	1 (14,3)	3 (30,0)	3 (25,0)	18 (35,3)
Não foi importante	8 (11,0)	2 (20,0)	0 (0)	6 (13,3)	0 (0)	4 (40,0)	1 (8,3)	3 (5,9)
Não sei	1 (1,4)	0 (0)	0 (0)	1 (2,2)	0 (0)	0 (0)	1 (8,3)	0 (0)
mvo K-W	-	39,70	26,32	40,87	25,07	49,30	36,88	34,62
Total	73 (100)	10 (100)	12 (100)	45 (100)	7 (100)	10 (100)	12 (100)	51 (100)

Fonte: elaborado pelos autores

Notas: mvo K-W = média dos valores ordinais obtida pelo teste Kruscal-Wallis (quanto menor o valor maior a quantidade de respondentes que considera a vista importante); os valores entre parênteses referem-se aos percentuais em relação ao total de respondnetes em cada grupo.

Embora pareça que a vista tenha sido um fator mais importante na escolha do imóvel para os moradores de andares intermediários e altos do que para os moradores de andares baixos, já que uma parcela não desprezível destes respondentes (40,0% - Tabela 3) não considerou a vista como fator importante na escolha do apartamento, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas (teste Kruscal-Wallis) entre os graus de importância atribuídos pelos moradores de andares baixos, intermediários e

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados da avaliação da qualidade da vista a partir da sala de apartamentos situados em edifícios altos, nos quatro condomínios selecionados, indicaram que, em geral, as vistas tendem a ser satisfatórias, principalmente quando representam vistas amplas para a cidade com grande quantidade de céu visível e presença de vegetação. Tais resultados

podem ser explicados devido ao fato da maioria dos apartamentos estarem em andares altos - e, especialmente, às características dos seus contextos urbanos.

O andar de moradia teve alguma influência na avaliação da vista, uma vez que foi verificada uma menor satisfação com a vista a partir da janela da sala dos apartamentos situados em andares baixos (vistas reduzidas ou com edificações próximas) do que em andares intermediários e altos - (vistas amplas). Contudo, foi verificado que tanto em andares baixos, quanto em andares intermediários e altos as vistas podem ser bloqueadas pela proximidade de outras edificações.

As características do contexto onde as edificações estão inseridas afetaram a avaliação da vista, ainda mais do que o andar de moradia. Vistas mais satisfatórias foram verificadas a partir dos condomínios situados junto a espaços abertos, relacionadas a vistas amplas e grande presença de vegetação, corroborando resultados de outros estudos (p. ex. NASAR, 1998; KAPLAN; KAPLAN; RYAN, 1998; REIS; PEREIRA; BIAVATTI, 2010). Nos condomínios localizados em situações urbanas mais recorrentes, com vistas para a rua, para outras edificações ou com menor presença de vegetação, com apartamentos em andares mais baixos apresentando maior potencial de ter a vista obstruída, foi verificado um menor nível de satisfação com as vistas. Ainda, a vista foi considerada como um fator importante, na escolha do apartamento dos respondentes, especialmente para os moradores de andares altos e para aqueles que avaliaram positivamente a vista a partir da janela da sala de seu apartamento.

Assim, pode-se inferir que a qualidade das vistas que os respondentes moradores dos contextos urbanos avaliados na cidade de Porto Alegre, além de ser um fator importante, tende a ser satisfatória, principalmente em andares altos ou médios. Em andares baixos a qualidade das vistas tende a ser positiva quando associadas à elementos naturais, tanto próximos quanto distantes. Cabe ressaltar que os contextos estudados compreendem algumas situações urbanas privilegiadas, não podendo os resultados ser generalizados para toda a cidade. Ainda, a proliferação de edifícios altos no espaço urbano tenderá a reduzir a qualidade estética das vistas devido à provável maior proximidade entre tais edifícios e consequente maior obstrução das vistas.

REFERÊNCIAS

CIBSE - CHARTERED INSTITUTION OF BUILDING SERVICES ENGINEERS. **Applications manual**: window design. London: The Chartered Institution of Building Services Engineers, 1987.

FORD, L. R. **The Spaces between Buildings.** Baltimore: The Johns Hopkins University Press, 2000.

GEHL. J. **Cities for people.** Washington: Island Press, 2010.

GIFFORD, Robert. The consequences of living in high-rise buildings. **Architectural Science Review**, v. 50, n. 1, p. 1-16, 2007.

GONÇALVES, J. C. S. O impacto de edifícios altos em centros urbanos – Discutindo a polêmica da verticalidade e suas implicações. **Sinopses**, São Paulo, n. 32, p. 39-53, dez.1999.

GONÇALVES, J.C.S. **The environmental performance of tall buildings.** London: Earthscan, 2010.

GREGOLETTO, D.; REIS, A. T. L. Os edifícios altos na percepção dos usuários do espaço urbano. **Cadernos Proarq**, n. 19, 2012. P. 90-110.

GREGOLETTO, D.; BOCHI, T. C.; SILVA, F. C.; REIS, A. T. L. Existência e inexistência de cercamento, segurança e acessibilidade de parques urbanos. **Arquisur Revista**, ano 3, n.3, 2013. P. 124-137.

JOHN, N. M. **Avaliação estética do mobiliário urbano e do uso de abrigos de ônibus por cadeirantes**. Porto Alegre: UFRGS, 2012. Dissertação (Mestrado em Planejamento Urbano e Regional). Faculdade de Arquitetura, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

KAPLAN, S.; KAPLAN, R. **Cognition and Environment:** functioning in an uncertain world. New York: Praeger, 1982.

KAPLAN R.; KAPLAN, S.; RYAN, R. L. **With people in mind:** design and management of everyday nature. Washington: Island Press, 1998.

KAPLAN, R. The Nature of the View from Home: Psychological Benefits. **Environment and Behavior**, v. 33, n. 4, p. 507-542, 2001.

LAY, M. C.; REIS, A. T. L. Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.21-36, 2005.

LYNCH, K. **A imagem da cidade.** Lisboa: Edições 70, 1960.

MACEDO, S. S. O processo de verticalização e a paisagem da cidade. **Sinopses**, São Paulo, v. 15, p.68-76, 1991.

NASAR, J. L. Perception and evaluation of residential street scenes. In: NASAR, J. L. (Ed.). **Environmental Aesthetics**: theory, research, and applications. New York: Cambridge University Press, 1992. P. 275-289.

NASAR, J. L. **The evaluative image of the city**. Thousand Oaks: SAGE Publications, 1998.

REIS, A. T. L.; AMBROSINI, V. C.; LAY, M. C. Qualidade de campos visuais, SIG e percepção dos residentes de habitações de interesse social. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 1, p. 67-77, 2004.

REIS, A. T. L.; BARCELOS, A.; LAY, M. C. Análise dos campos visuais para os espaços abertos a partir das salas das unidades de conjuntos habitacionais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XII, 2008, Fortaleza. **Anais**... Fortaleza: ANTAC, 2008.

REIS, A. T. L.; PEREIRA, M. L.; BIAVATTI, C. Percepção visual e impacto estético de vistas a partir de apartamentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, XIII, 2010, Canela. **Anais**... Canela: ANTAC, 2010.

SECOVI-SP. Sindicato das Empresas de Compra, Venda, Locação e Administração de Imóveis Residenciais e Comerciais de São Paulo. Entrevista disponível em: **<**http://aesimoveis.wordpress.com/2012/09/26/qual-tipo-de-apartamento-comprar> acesso em 16.02.2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

QUALIDADE DO PROJETO: ANÁLISE DIMENSIONAL DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NA CIDADE DE MACEIÓ - AL ENTRE OS ANOS DE 1964 E 2014[1]

MARROQUIM, Flávia M. G. (1); BARBIRATO, Gianna Melo (2)

(1) UFAL, e-mail: flaviamarroquim@gmail.com; (2) UFAL, e-mail: gmb@ctec.ufal.br

RESUMO

Sabe-se que o dimensionamento dos espaços de Habitações de Interesse Social tem importância fundamental para o seu uso e funcionamento adequado, visto que situações extremas de excesso de área ou subdimensionamento podem representar em perdas do ponto de vista funcional, ergonômico e financeiro para seus usuários. Este artigo tem como objetivo analisar as transformações espaciais, quanto ao aspecto dimensional, pelas quais passaram unidades habitacionais de HIS em relação aos projetos arquitetônicos originais na cidade de Maceió – AL, na tipologia de 2 quartos, entre 1964 e 2014, oriundos de iniciativas governamentais e destinados a famílias com renda mensal até 5 salários mínimos. Os procedimentos metodológicos basearam-se em pesquisas documentais aos órgãos públicos responsáveis pela produção habitacional, definindo-se uma amostra para análise de 16 projetos arquitetônicos originais distintos. Verificou-se uma grande variação na área construída das unidades ao longo do recorte temporal estudado, além de uma exiguidade dimensional das áreas úteis mínimas dos ambientes em relação às recomendadas pela literatura técnica. Constatou-se que, independentemente do agente promotor e das formas de acesso às moradias, estas mostraram-se inadequadas no aspecto dimensional, tendo em vista o atendimento às necessidades dos moradores e, até mesmo, a satisfação destes no contexto da qualidade de vida urbana.

Palavras-chave: Habitação Social. Qualidade do Projeto. Análise Dimensional.

ABSTRACT

It is known that the design of the Social Interest Housing spaces is of fundamental importance for its use and proper functioning, since extreme situations of overflow or undersize may represent losses of functional, ergonomic and financial point of view for its users. This article aims to analyze the spatial transformations, as the dimensional aspect, by which passed HIS housing units in relation to the original architectural projects in the city of Maceió - AL, in 2 bedroom type, between 1964 and 2014, coming from government initiatives and for families with monthly income up to 5 minimum wages. The methodological procedures were based on documentary research to public bodies responsible for housing production, setting up a sample for analysis of 16 original distinct architectural designs. There was a wide variation in the built area of the units over the study time frame, and a dimensional smallness of the minimum useful areas of the environment in relation to the recommended technical literature. It was found that, regardless of the promoter and forms of access to housing, these have proved inadequate in the dimensional aspect, with a view to meeting the needs of the residents and even their satisfaction in the context of quality of urban life.

[1] MARROQUIM, F. M. G.; BARBIRATO, G. M. Qualidade do projeto: análise dimensional das habitações de interesse social na cidade de Maceió - AL entre os anos de 1964 e 2014. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Social Habitation. Project Quality. Dimensional Analysis.*

1 INTRODUÇÃO

Sabe-se que ao longo da história da produção de Habitações de Interesse Social (HIS) no Brasil, diferentes programas habitacionais tentaram suprir a necessidade de moradias e reduzir o déficit habitacional brasileiro, que em 2010 somava cerca de 5,5 milhões de moradias (BRASIL, 2010). No entanto, estudos mostram que essa necessidade de oferecer uma grande quantidade de moradias a baixo custo tem resultado em projetos extremamente padronizados e com uma redução de área, com comprometimento da qualidade do projeto e da habitabilidade (ROMERO; ORNSTEIN, 2003).

Palermo (2009), constatou que as principais estratégias públicas utilizadas nos últimos anos para reduzir os custos e aumentar a oferta de unidades têm sido a padronização excessiva das unidades, a redução da qualidade do material empregado e a redução das dimensões nominais das edificações.

Os aspectos de dimensionamento espacial têm uma importância para o uso adequado dos espaços, além das implicações econômicas em relação aos gastos diretos ou indiretos acarretados por excesso de área, mas também em relação àqueles provocados por um subdimensionamento ou por uma proporção inadequada entre a largura e o comprimento de uma peça, principalmente em se tratando de habitação social (REIS; LAY, 2002).

Segundo Folz (2003), a necessidade por espaço não é um simples número de área equacionado por "x" pessoas ou a definição de um dimensionamento mínimo por cômodo. Na realidade, muitas variáveis interagem entre si, e a percepção de espaço pode ser afetada pela atividade a ser desenvolvida, pelos costumes e hábitos no uso do espaço, pelas características físicas específicas de determinado ambiente e mesmo pelo mobiliário que está equipando esse espaço.

Dentre desse contexto, este artigo (fruto de parte da tese de doutorado em andamento da primeira autora) tem como objetivo analisar as transformações espaciais, quanto ao aspecto dimensional, pelas quais passaram as unidades habitacionais de HIS em relação aos projetos arquitetônicos originais na cidade de Maceió – AL, na tipologia de 2 quartos, entre os anos de 1964 e 2014, oriundos de iniciativas governamentais e destinados a famílias com renda mensal até 5 salários mínimos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos basearam-se em pesquisas documentais aos órgãos públicos responsáveis pela produção habitacional, no intuito de identificar os conjuntos habitacionais construídos entre os anos de 1964 e 2014. Foram contabilizados 54 conjuntos (totalizando 36.686 unidades habitacionais) entre os 4 órgãos públicos responsáveis pela produção de HIS na cidade de Maceió: a Companhia de Habitação Popular no Estado de

Alagoas (**COHAB-AL**), o Instituto de Previdência e Assistência dos Servidores do Estado de Alagoas (**IPASEAL**), a **Prefeitura Municipal de Maceió** e o **Governo do Estado de Alagoas** - as atuações desses dois últimos só foram mais efetivas a partir do ano 2000 (quando a COHAB executou seu último conjunto com recursos próprios).

Determinaram-se os seguintes critérios para seleção da amostra final dos projetos: i- unidades unifamiliares (casas térreas); ii- destinadas exclusivamente à população com renda até 5 SM; iii- com 2 quartos (por ser a tipologia predominante nas décadas do recorte temporal considerado) e iv- informações arquitetônicas completas (peças gráficas). Assim, restringiu-se a amostra para 16.820 unidades, distribuídas em 24 conjuntos e 16 projetos – sendo 10 projetos da COHAB, 3 do Estado e 3 da Prefeitura.

Posteriormente, analisou-se o aspecto dimensional dos projetos selecionados a partir do cálculo das áreas construídas e úteis das unidades, das áreas dos setores (social, íntimo, de serviço e hall de circulação) e das áreas úteis de cada ambiente das unidades. As respectivas áreas foram comparadas com parâmetros dimensionais mínimos existentes na literatura técnica (ROMERO; ORNSTEIN, 2003; PEDRO, 2002; BUZZAR; FABRÍCIO, 2007 entre outros).

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A Tabela 1 mostra a identificação adotada neste artigo nos 16 projetos arquitetônicos selecionados, além do órgão responsável, ano de entrega, nome do conjunto habitacional e quantidade de unidades (na tipologia de 2 quartos), e o Quadro 1, as respectivas plantas baixas.

Tabela 1 – Conjuntos habitacionais selecionados para análise entre 1964 e 2014

Código Projeto	Órgão	Ano	Conjunto Habitacional	N° de Unidades (2 quartos)
A	COHAB	1967/68	Jardim Beira Mar	599
		1968	Castelo Branco I	919
B	COHAB	1972	Castelo Branco II	138
C	COHAB	1978	Santo Eduardo	399
D	COHAB	1979	José da Silva Peixoto	88
E	COHAB	1979	Salvador Lyra	618
F	COHAB	1979	José Maria de Melo	157
		1982	José Dubeaux Leão	593
		1982	Eustáquio Gomes de Melo I	672
G	COHAB	1980	Projeto Mutirão	51
		1982	Eustáquio Gomes de Melo II	674
H	COHAB	1986	Benedito Bentes I	1.810
		1988	Benedito Bentes II	520
		1989	Eustáquio Gomes de Melo III*	71
		1990	Frei Damião	571
		1991	Moacir Andrade	395
		1991/92	Vale do Mundaú	256
		1992	Luiz R. P. Lima	73
		1995	José Dubeaux Leão*	21
I	COHAB	1986	Benedito Bentes I	1.710
		1988	Benedito Bentes II	501

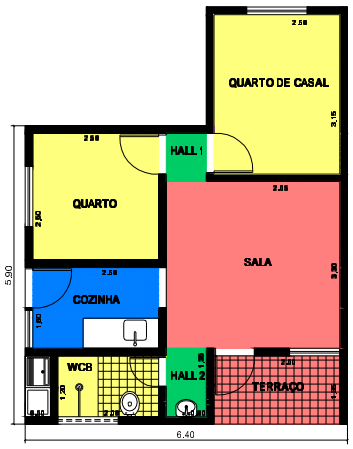
J	COHAB	1999	Miliciano	72
K	PREFEITURA	2007/08	Passaredo	142
		2008	Cidade Sorriso I	1.400
L	PREFEITURA	2009	Selma Bandeira	50
M	ESTADO	2009	Paulo Bandeira	780
N	PREFEITURA	2010	Cidade Sorriso II	796
O	ESTADO	2010	Santa Maria	821
P	ESTADO	2014	José Aprígio Vilela	1.923
				16.820

* Construídos em 1989 e 1995, respectivamente, como complementos dos conjuntos já existentes.

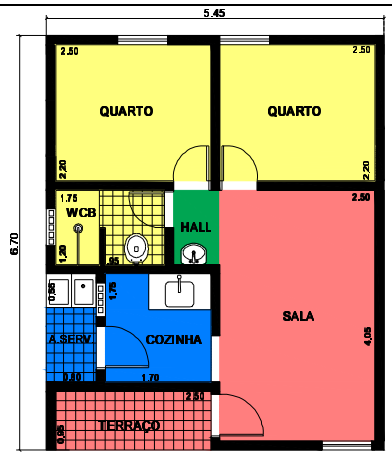
Quadro 1 – Projetos arquitetônicos selecionados para análise



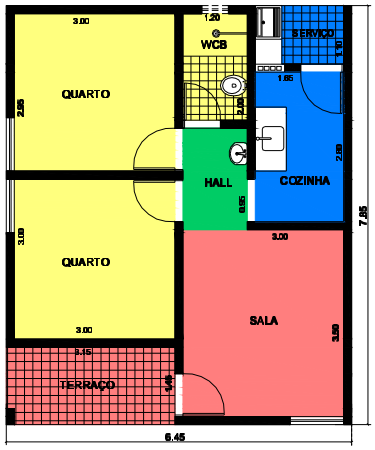
PROJETO A



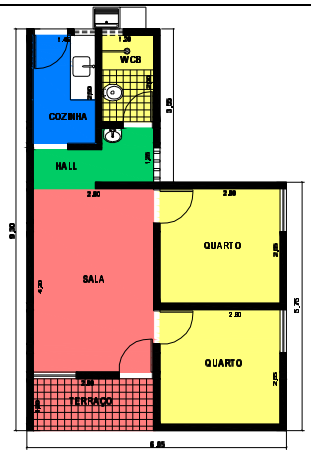
PROJETO B



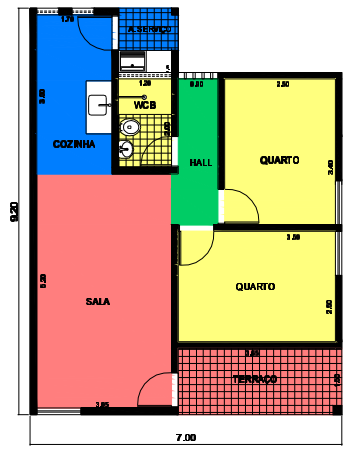
PROJETO C



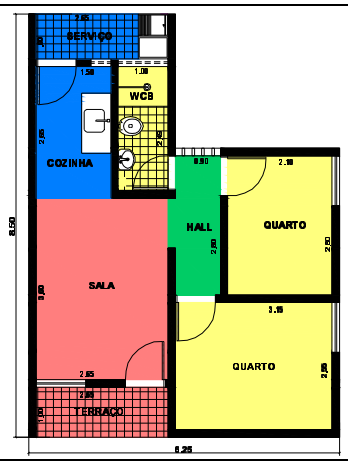
PROJETO D



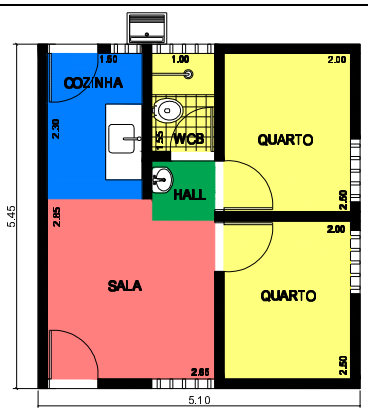
PROJETO E



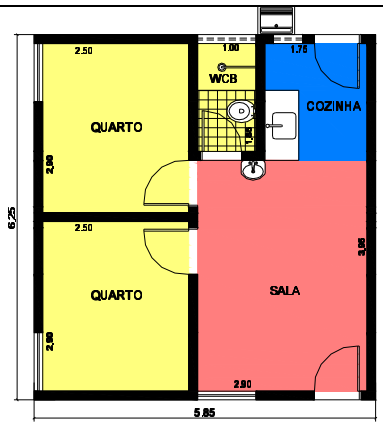
PROJETO F



PROJETO G

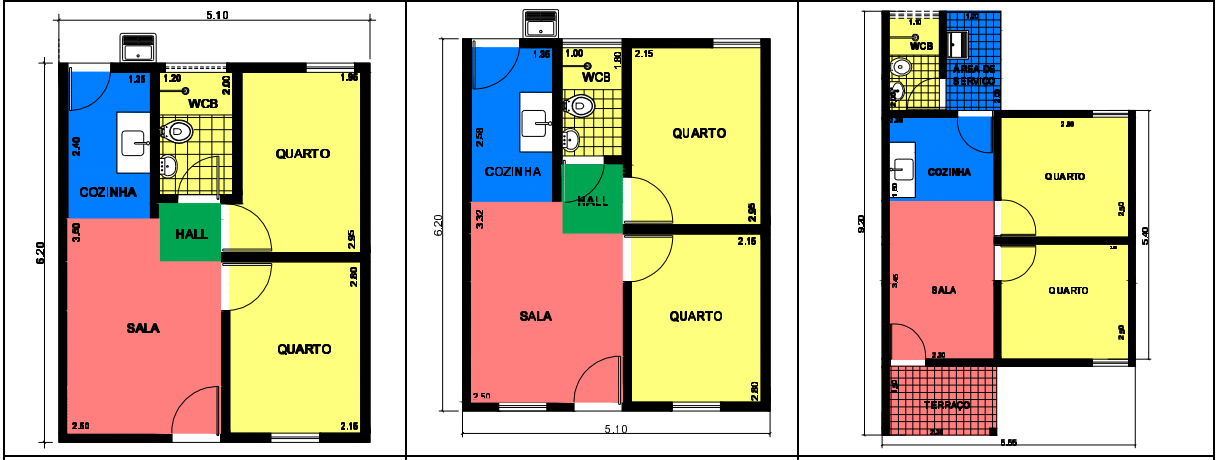


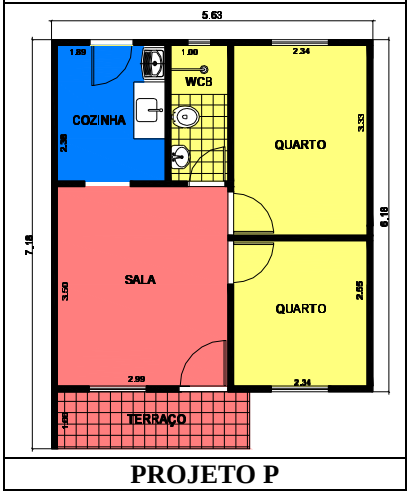
PROJETO H



PROJETO I







Fonte: Elaborado pelas autoras.

A Tabela 2 apresenta as áreas dos 16 projetos, distinguindo por seu respectivo setor funcional (**A** a **J** unidades construídas pela COHAB; **K**, **L** e **N** unidades construídas pela Prefeitura e **M**, **O** e **P** pelo Estado).

Tabela 2 – Síntese dimensional dos projetos arquitetônicos selecionados

CÓD PROJ	Área dos ambientes												
	Setor Social			Setor Íntimo				Setor de Serviço			Hall	Área útil total (m²)	Área const. Total (m²)
	Ter. (m²)	Sala (m²)	Total (m²)	Q. 1 (m²)	Q. 2 (m²)	BWC (m²)	Total (m²)	Coz. (m²)	A. S. (m²)	Total (m²)	Área (m²)		
A	–	**6, 40**	**6, 40**	**5, 00**	**5, 00**	**1, 44**	**11, 44**	3, 89	tanq	3, 89	0, 97	**22, 70**	31, 99
B	3, 37	11, 38	14, 75	7, 87	6, 25	2, 40	16, 52	4, 00	tanq	4, 00	1, 84	37, 11	44, 34
C	**2, 37**	10, 12	12, 49	5, 50	5, 50	2, 10	13, 10	**2, 98**	**1, 40**	4, 38	**0, 90**	30, 87	36, 51
D	4, 56	10, 50	15, 06	**9, 00**	**8, 85**	2, 40	**20, 25**	4, 62	1, 81	6, 43	2, 28	44, 02	50, 63
E	3, 36	11, 90	15, 26	7, 42	7, 42	2, 40	17, 24	3, 62	tanq	3, 62	2, 91	36, 12	45, 79
F	**5, 47**	**16, 16**	**21, 63**	8, 75	8, 50	2, 40	19, 65	**6, 12**	1, 88	**8, 00**	**3, 14**	**52, 42**	**59, 49**
G	2, 65	9, 67	12, 32	8, 03	5, 88	2, 49	16, 40	3, 97	2, 38	6, 35	2, 52	37, 59	44, 21
H	–	7, 20	7, 20	**5, 00**	**5, 00**	1, 55	11, 55	3, 45	tanq	3, 45	0, 95	23, 15	**27, 79**
I	–	11, 75	11, 75	7, 25	7, 25	1, 85	16, 35	3, 49	tanq	3, 49	–	31, 59	36, 75
J	–	8, 75	8, 75	5, 86	5, 86	2, 00	13, 72	4, 37	tanq	4, 37	–	26, 84	31, 93
K	–	6, 62	6, 62	5, 61	5, 39	1, 60	12, 60	3, 21	tanq	**3, 21**	0, 95	23, 38	28, 08
L	–	9, 54	9, 54	6, 87	6, 00	**3, 42**	16, 29	4, 50	tanq	4, 50	–	30, 33	36, 16
M	–	8, 06	8, 06	6, 02	5, 91	2, 40	14, 33	3, 23	tanq	3, 23	0, 95	26, 57	31, 62
N	–	7, 78	7, 78	6, 34	6, 02	1, 80	14, 16	3, 48	tanq	3, 48	1, 15	26, 57	31, 62
O	3, 54	7, 93	11, 47	7, 00	7, 00	2, 20	16, 20	4, 14	**2, 58**	6, 72	–	34, 39	40, 15
P	3, 37	10, 45	13, 82	7, 80	5, 95	2, 40	16, 15	4, 50	tanq	4, 50	–	34, 47	38, 29

Fonte: Elaborado pelas autoras.

Analisando a **área construída** dos projetos, observa-se que até meados da década de 1980, ocorreram acréscimos significativos quanto à área construída do primeiro projeto implantado na cidade (projeto **A**): o aumento mínimo foi de 4,52m² (projeto **C**) e o aumento máximo foi de 27,5m² (projeto **F**). A partir de 1986, com o projeto **H**, os acréscimos de área construída passaram a ser menos frequentes (no máximo o aumento foi de 8,16m² - projeto **O**, do Estado, em 2010), ocorrendo até mesmo redução de 3,91m² na área construída (projeto **K**, conjuntos da Prefeitura, na década de 2000).

A **área construída variou entre 27,79 e 59,49m²** - as unidades da COHAB apresentaram a maior média em área construída (40,94m²), seguidas das unidades construídas pelo Estado (36,68m²) e posteriormente das unidades da Prefeitura (31,95m²).

Quanto à **área útil**, todos os projetos apresentaram acréscimos em sua área

em relação ao primeiro projeto de HIS construído na capital, chegando a um aumento máximo de 29,72m² (projeto **F**) e a um aumento mínimo de 0,45 m² (projeto **H**). As unidades da COHAB obtiveram as maiores médias (34,24 m²), seguidas das do Estado (31,81m²) e da Prefeitura (26,76m²).

A Tabela 3 apresenta a área útil mínima total recomendada por alguns autores para a habitação de 2 quartos em m² (sala + quartos + banheiro + cozinha + área de serviço) e a recomendação do mais recente programa habitacional do Governo Federal *Minha Casa Minha Vida*, para a tipologia casa térrea - observa-se que a área útil recomendada varia entre 8,53 e 14,45 m²/morador.

Tabela 3 – Área útil mínima (m²) e área útil/morador recomendada por alguns autores para habitações de 2 quartos

FONTE	2 QUARTOS / 4 MORADORES (m²)	ÁREA ÚTIL/MORADOR
Portas (1969)	47,00	11,75
Silva (1982)	34,12	8,53
Boueri Filho (1989)	57,80	14,45
Espanha - Ministerio de Obras Públicas y Urbanismo	56,00	14,00
IPT (1987)	43,00	10,75
Pedro (2002)	43,00	10,75
Buzzar; Fabrício (2007)	35,00	8,75
Palermo (2009)	48,00	12,00
Brasil/MCMV (2012)	36,00	9,00

Fonte: Elaborado pelas autoras com base Romero; Ornstein (2003), Pedro (2002); Buzzar; Fabrício (2007); Palermo (2009) e Brasil/Cartilha do Programa Minha Casa Minha Vida (2012).

A Tabela 4 apresenta as áreas úteis calculadas para os 16 projetos selecionados, e sua respectiva área útil por morador, considerando 4 moradores em cada unidade, e a avaliação destas segundo a faixa recomendada da literatura técnica pesquisada.

Tabela 4 – Área útil e área útil/morador para os projetos arquitetônicos selecionados

CÓDIGO PROJETO	ÁREA ÚTIL[2] (m²)	ÁREA ÚTIL/MORADOR	AVALIAÇÃO
A	22,70	5,6	NÃO ATENDE
B	37,11	9,3	ATENDE
C	30,87	7,7	NÃO ATENDE
D	44,02	11,0	ATENDE
E	36,12	9,0	ATENDE
F	52,42	13,1	ATENDE
G	37,59	9,4	ATENDE
H	23,15	5,8	NÃO ATENDE
I	31,59	7,9	NÃO ATENDE
J	26,84	6,7	NÃO ATENDE
K	23,38	5,8	NÃO ATENDE
L	30,33	7,6	NÃO ATENDE
M	26,57	6,6	NÃO ATENDE
N	26,57	6,6	NÃO ATENDE

[2] Considerando o hall de circulação e eliminando as espessuras das paredes.

O	34,39	8,6	ATENDE
P	34,47	8,6	ATENDE

Fonte: Elaborado pelas autoras.

A partir das Tabelas 3 e 4 constatou-se que a **área útil mínima de mais da metade dos projetos encontra-se inferior ao menor dos valores recomendados** (34,12m²); da mesma forma, esses mesmos projetos encontram-se, portanto, abaixo do menor valor mínimo recomendado quanto à área útil por morador (8,53m²). A exceção foi nos projetos **B**, **D**, **E**, **F** e **G** (década 1970 e início da década 1980 – todos da COHAB) e os projetos **O** e **P** (período de 2010 a 2014). Apesar de os dois últimos projetos terem ultrapassado o valor mínimo recomendado, percebe-se um aumento nas dimensões das habitações populares – obtido devido às maiores dimensões dos lotes do Estado (mais que 130m²). **Em média a COHAB foi o órgão que ofereceu unidades com maior área construída, e consequentemente, apresentou maior área útil por morador (8,56 m²), seguidas das do Estado (7,95 m²) e das unidades da Prefeitura (6,69 m²).**

Quanto às recomendações brasileiras, verificou-se que cinco projetos (**B**, **D**, **E**, **F** e **G**) atenderam à recomendação mínima do PMCMV (9,00m²), dois projetos (**D** e **F**) atingiram a recomendação mínima do IPT (10,75m²), e que apenas um projeto (**F**) atendeu à recomendação mínima de Palermo (12,00m²). No entanto, **mais da metade dos projetos (9) encontrou-se inferior a 8,00m² úteis por morador**, ficando abaixo da recomendação francesa de Chombart de Lauwe – o qual discrimina que um índice inferior a 8,00m² úteis por morador pode trazer graves consequências à saúde (ROSSO, 1980 apud FOLZ, 2003:74). Os índices observados nas moradias oferecidas pelo poder público na cidade de Maceió dentro do recorte temporal estudado são, portanto, consideradas inadequadas quanto ao aspecto dimensional, considerando-se a recomendação internacional citada.

Quanto à análise dos **setores funcionais**, o **Setor Social** registrou a maior variação de área (15,23m²) entre os projetos (6,40 no projeto **A** a 21,63m² no projeto **F**); as unidades da COHAB obtiveram média de 12,56m², as do Estado de 11,11m² e as da Prefeitura de 7,98m². Assim como ocorreu com as áreas construídas e úteis, observou-se um aumento expressivo na área desse setor na década 1970 até início da década de 1980 (até o projeto **G**). Nas décadas seguintes ocorreu uma redução nesse setor, até que no período entre 2010 e 2014, com o acréscimo do terraço nas unidades do Estado (projetos **O** e **P**) o setor social voltou a ter um novo aumento (no entanto, as maiores áreas foram registradas sobretudo na década de 1970). Portanto, o ambiente terraço foi um dos responsáveis pela variação dimensional do setor social durante as décadas analisadas.

O **Setor Íntimo** (quartos e banheiro) registrou a segunda maior variação de área (8,81m²) entre os projetos, variando entre 11,44m² (projeto **A**) e 20,25m² (projeto **D**); as unidades da COHAB obtiveram média de 15,62m², as do Estado de 15,56 m² e as da Prefeitura de 14,35m². O aumento da área desse setor durante os períodos analisados foi mais discreto em relação ao setor

social e também bastante variável (sobretudo devido às diversas dimensões dos quartos). Excetuando o primeiro projeto construído, as menores áreas registradas no setor íntimo nos projetos arquitetônicos analisados foram: da COHAB (projeto **H**), em meados da década de 1980, e dos conjuntos da Prefeitura (projeto **K**), no final da década de 2000.

O **Setor de Serviço** (cozinha e área de serviço[3]) registrou uma menor variação na área (4,79m²) em relação aos demais setores, variando entre 3,21m² (projeto **K**) e 8,00m² (projeto **F**); as unidades da COHAB apresentaram média de 4,80m², as do Estado média de 4,81m² e as da Prefeitura média de 3,73m². A variação da área nesse setor foi devido à substituição do espaço coberto destinado à lavagem de roupas (projetos **C**, **D**, **F**, **G** e **O**), presente sobretudo na década de 1970, por um tanque instalado na parede dos fundos (projetos **E**, **H**, **I**, **J**, **K**, **L**, **M**, **N** e **P**) ou em uma das laterais da casa (projetos **A** e **B**), sempre próximo a passagem da cozinha para o quintal e descoberto – eliminando praticamente o espaço destinado à área de serviço. Assim, as maiores áreas do setor de serviço foram obtidas quando o mesmo era formado por cozinha e espaço destinado à área de serviço no interior das unidades (variando entre 4,38 e 8,00m²); apenas os projetos **L** (2009) e **P** (2014), tiveram as áreas desse setor dentro desse intervalo (4,50m²), mesmo formado apenas por uma cozinha.

O **Hall de Circulação** sofreu a menor variação na área (2,24m²) - entre 0,90m² (projeto **C**) e 3,14m² (projeto **F**), pois em cinco projetos arquitetônicos não foi considerado hall em seu interior (**I**, **J**, **L**, **O** e **P**). Entre os projetos que apresentaram hall, oito foram da COHAB, dois da Prefeitura e apenas um do Estado.

Nota-se que a presença do hall foi mais marcante nas décadas de 1960, 1970, até meados da década de 1980, com o projeto **H**; as maiores dimensões de hall ocorreram na década de 1970, com a presença até mesmo de hall duplo (projeto **B**), no qual existem 2 espaços de circulação, sendo um de acesso aos quartos e outro exclusivo de acesso ao banheiro, 0,76 e 1,08m², respectivamente, totalizando 1,84m². Constatou-se também que as maiores áreas de hall estavam ligadas diretamente a um projeto com maior flexibilidade (**E**, **F** e **G**), ou seja, com previsão de ampliação para terceiro quarto - preocupação adotada pelos projetistas da COHAB na década de 1970.

A partir de meados da década de 1980 (sobretudo a partir do projeto **I**), a redução (projetos **H**, **K**, **M** e **N**) e/ou eliminação (projetos **I**, **J**, **L**, **O** e **P**) do hall, passou a ser mais frequente nos projetos, com a principal justificativa de "enxugar custos", pois sua área muitas vezes não era transferida totalmente para outros ambientes, como por exemplo para os quartos.

De maneira geral, constatou-se que praticamente todos os projetos analisados apresentaram **maiores dimensões na área do setor íntimo** (quartos e banheiro) em relação aos demais setores, com exceção do

[3] Apenas considerada quando esta foi representada por um espaço coberto no interior da unidade.

projeto **F** - que privilegiou mais o setor social quanto ao dimensionamento do espaço (maiores dimensões para sala e terraço).

Quanto à **área útil por ambiente**, a Tabela 5 resume alguns dos parâmetros dimensionais para nortear os projetos de HIS, além dos recomendados pelo Código de Edificações de Maceió instituído em dezembro de 1985 (Lei Municipal nº 3.537 - MACEIÓ, 1985). Neste artigo, foi considerado para análise dimensional dos projetos selecionados, independentemente da década de implantação do conjunto habitacional, as recomendações dimensionais dos espaços contidas no Código de Edificações de Maceió de 1985.

Tabela 5 – Áreas úteis mínimas recomendadas por ambiente (m²)

FONTE	Sala	Qto. 1	Qto. 2	Qto. 3	Banh.	Coz.	Área de Serv.
Portas, 1969	12,00	10,50	9,00	9,00	3,50	8,50	3,50
Silva, 1982	10,50	7,75	7,80	7,80	2,40	3,57	2,10
IPT, 1987	12,00	9,00	8,00	8,00	2,50	10,00	1,50
Boueri, 1989	15,00	14,00	12,00	8,00	4,20	7,20	5,40
Voordt,1990	25,52	13,34	10,56	7,92	5,71	6,84	-
Espanha	12 – 18,00	12,00	7,00	7,00	-	6,00	-
C. E. M.,1985	7,00	5,00	-	-	2,00	6,00	-

Fonte: Elaborado com base em Romero; Ornstein (2003:59) e C. E. de Maceió (1985).

Constatou-se que a maioria das áreas úteis dos ambientes analisados, encontra-se, **quase sempre, dentro dos menores parâmetros recomendados para o ambiente, e que as situações dimensionais mais críticas foram encontradas no banheiro e na cozinha**:

- **sala** (em 9 projetos) e **quartos 1** e **2**[4] (em 11 projetos cada): estavam dentro do mínimo recomendado pelo Código de Edificações de Maceió (MACEIÓ, 1985) – que estabelece as menores áreas úteis para esses ambientes e aqui consideradas inadequadas do ponto de vista da qualidade ambiental;
- **banheiro**: em 7 projetos as áreas úteis estavam dentro do mínimo recomendado por Silva (1982) e 5 projetos encontravam-se abaixo do menor valor mínimo recomendado, o Código de Edificações de Maceió;
- **cozinha**: em 9 projetos as áreas úteis estavam dentro do mínimo recomendado por Silva (1982), que estabelece as menores áreas úteis para a cozinha, e 6 projetos encontravam-se abaixo desse valor.

Isso demonstra uma exiguidade dimensional dos ambientes em relação às áreas úteis mínimas recomendadas, impondo aos moradores prejuízos funcionais quanto às necessidades de uso diário, além de revelar uma certa despreocupação dos projetistas em atender as exigências dimensionais mínimas para HIS, sobretudo a partir da promulgação do Código de Edificações de Maceió (MACEIÓ, 1985), em meados da década de 1980.

[4] Adotou-se mesmo valor dimensional do quarto 1.

De maneira geral, perceberam-se que **as maiores dimensões nos projetos analisados ocorreram até meados da década de 1980** com os projetos da COHAB, principalmente na década de 1970, quando houve a reestruturação interna do órgão - contratando arquitetos e engenheiros para desenvolver projetos e baratear as obras de habitações populares[5].

Nas décadas seguintes (com término do financiamento do BNH a partir de 1987), apesar de os projetos continuarem se baseando nos projetos da COHAB que haviam sido construídos nas décadas anteriores, seus ambientes e setores funcionais sofreram reduções e/ou eliminações, como: o terraço (existente em 8 projetos), a área de serviço[6] (existente apenas em 5 projetos) e o hall (existente em 11 projetos). Apenas nos 2 últimos projetos mais recentes (**O** e **P**), ambos do Estado, verificaram-se dimensões um pouco maiores, tanto nos ambientes e setores funcionais quanto na UH como um todo; apesar dessa particularidade, não é possível afirmar a existência de uma nova tendência nos padrões dimensionais das habitações populares da cidade de Maceió.

4 CONCLUSÕES

Após análise dos projetos entre os anos de 1964 e 2014, constatou-se que independentemente do agente promotor (Federal/COHAB, Estadual ou Municipal), da década da ocupação e das formas de acesso à moradia, estas carecem, em menor ou maior escala, de revisões projetuais que possam promover melhorias dimensionais tendo em vista o atendimento às necessidades dos moradores e, até mesmo, a satisfação destes, no contexto da qualidade de vida urbana.

Verificou-se em Maceió uma tendência em reduzir o espaço das HIS desde meados da década de 1980, acentuando-se na década de 1990, objetivando principalmente redução de custos, apesar de o aspecto de dimensionamento dos espaços ser fundamental para se garantir a qualidade no máximo tempo de uso da habitação.

Este trabalho justifica-se por contribuir para a discussão atual sobre a produção de Habitações de Interesse Social na cidade de Maceió-AL quanto à sua qualidade espacial, além de preencher uma lacuna histórico-documental e acadêmica da realidade estudada, identificando e analisando projetos oferecidos pelo poder público no recorte temporal de 50 anos, sob o ponto de vista das transformações espaciais.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Portaria nº

[5] Informação obtida em entrevista com arquiteto que atuou na COHAB entre os anos de 1974 e 1976, concedida em 11/09/2015.

[6] A área de serviço já havia sido eliminada (e substituída por um tanque do lado externo da casa) em alguns projetos da década de 1970 e no primeiro projeto de HIS na cidade, no final da década de 1960.

449, de 25 de novembro de 2010. Regulamento Técnico da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edificações Residenciais (RTQ-R). Brasília, DF, 2010. Disponível: http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001627.pdf. Acesso: out. 2011.

BRASIL, Governo Federal e Caixa Econômica Federal. Minha Casa, Minha Vida. Brasília, 2012. Disponível em: www.cidades.gov.br

BUZZAR, Miguel A.; FABRÍCIO, Márcio M. **Desenvolvimento de metodologia de avaliação para o aspecto produto habitacional do programa de arrendamento residencial**. Risco, São Paulo, n.5, 2007. Seção Pesquisa em Pauta. Disponível: www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/risco/n5/22.pdf. Acesso: nov. 2013.

FOLZ, Rosana Rita. **Mobiliário na habitação popular – discussões e alternativas para melhoria da habitabilidade.** São Carlos: RIMA, 2003.

MACEIÓ. Lei n° 3.537, de 23 de dezembro de 1985. **Código de Edificações do Município de Maceió.** Disponível: http://www.maceio.al.gov.br/wp-content/uploads/admin/documento/2013/11/Lei-Municipal-3.538-de-23-de-dezembro-de-1985-CÓDIGO-DE-POSTURAS-DO-MUNICÍPIO-DE-MACEIÓ.pdf Acesso: jan. 2016.

PALERMO, Carolina. **Sustentabilidade Social do Habitar.** Florianópolis: Ed. da autora, 2009.

PEDRO, João B. **Programa Habitacional: Habitação**. 5. ed. Lisboa: LNEC, v. 5, 2002.

REIS, A. T. L; LAY, M. C. D. Tipos arquitetônicos e dimensões dos espaços da habitação social. In: **Ambiente Construído**. Porto Alegre: ANTAC, 2002. v.2, n.3, p. 7-24.

ROMERO, M.; ORNSTEIN, S. W. (editores e coordenadores). **Avaliação pós-ocupação: métodos e técnicas aplicados à habitação de interesse social**. Porto Alegre: ANTAC, 2003 (Habitare/FINEP).

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MMENTAL: APLICATIVO PARA ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DO COLETIVO QUANTO À LEGIBILIDADE DO AMBIENTE CONSTRUÍDO[1]

GUIMARÃES, Elisa (1); KERKHOFF, Hélen (2); CUMERLATO, Vitória (3); BRAGA, Natália (4); MEDVEDOVSKI, Nirce (5)

(1) PROGRAU/UFPel, e-mail: elisaguima@gmail.com; (2) PROGRAU/UFPel, e-mail: helenvkerkhoff@hotmail.com; (3) PROGRAU/UFPel, e-mail: vitoriacumerlato@gmail.com; (4) PROGRAU/UFPel, e-mail: tatahbraga@hotmail.com; (5) PROGRAU/UFPel, e-mail: nirce.sul@gmail.com

RESUMO

Proporcionar um ambiente construído que permita ao homem achar seu próprio caminho tem sido preocupação dos profissionais que dele se ocupam. As primeiras publicações sobre o estudo da legibilidade urbana foram publicadas por Lynch e Tuan. Atualmente, o registro destas percepções é aplicado em meio analógico, onde pessoas representem graficamente o espaço analisado e então, são codificados em símbolos que representam cada elemento identificado por Lynch: vias, marcos, nós, limites e bairros. Tal técnica dificulta a sobreposição das informações para análises comparativas. Logo, está em desenvolvimento o aplicativo MMental, com o propósito de transpor esta técnica para interface digital. Este trabalho relata o processo de sua utilização na disciplina de Projeto de Urbanismo na Universidade Federal de Pelotas. O uso do protótipo no ambiente acadêmico acompanhado pela equipe de pesquisa e as reuniões entre os membros do grupo colaborador, possibilitaram o aperfeiçoamento do aplicativo. Como resultado, o aplicativo proporcionou uma melhora significativa na experiência da criação de mapas mentais, desenvolvendo mapas pensados sob uma base singular. O armazenamento dos mapas e a adição de recursos que possibilitam o reconhecimento de padrões permitem criar mapas qualitativos de correlação entre informações. O aplicativo mostra-se como poderoso recurso para pesquisas de legibilidade urbana.

Palavras-chave: Mapa Mental. Interface Digital. Leitura da Cidade.

ABSTRACT

Provide a built environment that allows to the man to find his own way has been a concern of the professionals of the built environment. The first publications about the study of urban legibility were published by Kevin Lynch and Yi-Fu Tuan. Currently, the record of these perceptions is applied in analog environment in which people graphically represent the analysis space and then are encoded in symbols representing each element identified by Lynch: roads, marks, knots, limits and neighborhoods. This technique makes difficult the overlap of information for comparative analysis. So is developing the MMental app, for transferring this technique to digital interface. This work describes the process of its use in the urban project discipline (college). The use of the prototype in the academic environment, accompanied by the research team and the meetings between the members of the collaborative group, allowed the app improvement. As a result, the app brings a significant

[1] GUIMARÃES, Elisa Santos; KERKHOFF, Hélen Vanessa; CUMERLATO, Vitória Borges da Fonseca; BRAGA, Natália dos Santos; MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. MMental: aplicativo para análise da percepção do coletivo quanto à legibilidade do ambiente construído. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

improvement in the creating mental maps experience, developing maps designed by a singular basis. The storage of maps and the addition of features that enable pattern recognition allows the creation of qualitative correlation between information maps. The application is shown as a powerful resource to urban legibility research.

Keywords: *Mental Map. Digital Interface. Reading of the City.*

1 INTRODUÇÃO

Arquitetos e demais pesquisadores das áreas do ambiente construído e natural buscam entender como os indivíduos de uma sociedade organizam as informações do cenário no qual estão inseridos e de que maneira percebem estes espaços através da memória interiorizada.

A busca por tais respostas difundiu-se através dos estudos publicados por Kevin Lynch e de Yi-Fu Tuan. Em 1960, Lynch, em *A Imagem da Cidade*, publicou o estudo realizado em três cidades norte americanas onde buscou compreender como os indivíduos leem o espaço no qual estão inseridos. Nestes ensaios, identificou os cinco elementos mais utilizados pelos participantes: caminhos, limites, bairros, pontos nodais e marcos. Elaborou a técnica de criação dos mapas mentais, hoje utilizada no processo de entendimento da percepção urbana e em apoio a projetos de intervenções urbanas que levem em consideração o ponto de vista do usuário.

Posteriormente, Tuan, em *Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente*, buscou identificar os elementos universais perceptivos e como eles coincidem de pessoa a pessoa dentro de uma mesma cultura. Em continuidade, pesquisadores seguem a atualizar e complementar os estudos de Lynch e Tuan (DEL RIO, 1990; AGUIRRE,1999; BENTLEY et all, 2005; DE PAULA, 2010).

Apesar dos avanços, uma lacuna do conhecimento se abre no que diz respeito à forma de aplicação dos mapas mentais. Nos processos de ensino e nos projetos urbanos participativos (BENTLEY, 2013; DE PAULA, 2010, MEDVEDOVSKI, 2014), os mapas mentais são criados através de representações gráficas analógicas, onde cabe ao pesquisador, posteriormente, codificá-los com os elementos propostos por Lynch. Consequentemente, análises qualitativas tornam-se difíceis de realizar-se por sobreposição de dados, visto que cada mapa é o resultado único de um modo de ler a cidade e que cada indivíduo possui uma capacidade de expressão gráfica particular.

Com o intuito de resolver tal questão, toma-se partido do avanço das tecnologias de informação e comunicação buscando superar as idiossincrasias ou mesmo a falta de habilidade motora dos respondentes. Ao apropriar-se dos recursos táteis e interativos encontrados nos dispositivos digitais, facilita-se o processo de representação gráfica e possibilita-se a criação de mapas mentais coletivos com a opção de realizarem-se análises gráficas e tabulares.

Logo, esta pesquisa aborda o desenvolvimento de um aplicativo para *tablets*, por iniciativa do Projeto SOCIOTIC, da Rede Moradia e Tecnologia

Social (Rede Morar TS) do FINEP, que transpõe o método de aplicação dos mapas mentais à plataforma digital[2]. Juntas, oito instituições públicas nacionais buscam aplicar as tecnologias sociais em benefício das áreas ambientalmente vulneráveis de Habitação de Interesse Social (HIS). É nesta parceria que o aplicativo introduz as Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC) em processos participativos para projetos de requalificação urbana.

Este artigo busca analisar o aplicativo em desenvolvimento e dar ênfase aos benefícios que incorpora à técnica de uso dos mapas mentais, assim como a suas limitações e pontos frágeis, através do estudo elaborado na Vila da Balsa, Pelotas, no Rio Grande de Sul. Os acadêmicos da turma de Desenho de Urbanismo, da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas, realizaram os registros como público usuário.

2 JUSTIFICATIVA

A criação e análise do aplicativo MMental justifica-se por preencher a lacuna do conhecimento referente ao modo de elaboração de mapas mentais e de análise das informações coletadas. O aplicativo torna viável a sobreposição de dados coletados segundo a técnica de identificação das referências do ambiente construído, através dos cinco elementos de Lynch, permitindo a criação de mapas mentais coletivos. Logo, possibilita otimizar os dados e contribuir para a análise conjunta dos mesmos.

Esta sobreposição é imprecisa quando aplicada em meio analógico porque as pessoas possuem modos particulares de perceberem seu entorno e de expressá-lo. Tuan explica:

> Como a consciência fica no indivíduo, é inevitável uma estruturação egocêntrica do mundo; e o fato de que a autoconsciência permite a pessoa ver-se como um objeto entre os objetos, não invalida a base fundamental dessa visão em um indivíduo. O egocentrismo é o hábito de ordenar o mundo de modo que os componentes diminuam rapidamente de valor longe do "*self*". (TUAN, 2012, p. 53)

Pode-se somar ao *self* a combinação de outros dois fatores identificados por Lynch: a percepção imediata e a memória das experiências vividas. Estes fatores resultam na imagem mental que cada indivíduo constrói e, como consequência, cada pessoa representa com escala e proporção única. O MMental surge como ferramenta capaz de interpretar e apontar estas convergências do *percepto* coletivo e: "Com isto, é possível apontar para as alternativas de projeto mais adequadas para o planejamento da continuidade da vida naquele ambiente." (CASTELLO, 2005, p. 230)

Para Gehl, o desenvolvimento do espaço urbano pode beneficiar

[2] A criação do mapa mental coletivo como um dos suportes para análise de sítio é utilizada na disciplina de Desenho de Urbanismo do sétimo semestre da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Pelotas, desde 2001, sob a coordenação da Profa. Nirce Saffer Medvedovski. No ano de 2011, ao iniciar o projeto SOCIOTIC, oportunizou a transformação do exercício num sub projeto de pesquisa inserido no âmbito da Rede Morar TS/FINEP e a contratação da assessoria em programação de dados.

amplamente a vida dos indivíduos. O autor explica a importância de se projetar cidades legíveis ao descrever que esta "faz com que as pessoas sintam-se mais seguras e confiantes quanto a experimentar os valores humanos comuns reproduzidos em diferentes contextos." (GEHL, 2013, p.28). Para fomentar a participação coletiva na criação de espaços legíveis e seguros, o aplicativo apropria-se do avanço das tecnologias de informação e comunicação, da popularização e do crescimento computacional de aparelhos móveis, e da utilização crescente de *Apps* (*Application software*), na elaboração e análise de mapas mentais coletivos.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Tem-se como objetivo principal no desenvolvimento e análise do aplicativo MMental oferecer uma forma de padronizar e quantificar as informações inseridas nos mapas mentais dos indivíduos colaboradores e, assim, encontrar as convergências representadas pela coletividade.

3.2 Objetivos Específicos

1. Proporcionar um salto de qualidade na experiência e ergonomia da criação de mapas mentais quando aplicados pelo público colaborador (acadêmico);

2. Proporcionar um salto de qualidade na experiência e ergonomia da interpretação e análise de mapas mentais por parte do pesquisador.

4 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1 Legibilidade e Percepção

O urbanista Kevin Lynch abordou a legibilidade urbana como um aparato interno responsável por orientar os usuários dentro dos centros urbanos. O autor explica que a percepção imediata, juntamente com a memória das experiências vividas, constrói a imagem mental generalizada do cenário urbano (LYNCH, 1960). Em *Percepção e memória da cidade: O Ponto de Cem Réis*, em acordo com os ensinamentos de Lynch confirma que "o sentido que ele dá para o que vê pode variar entre diversos observadores e estas diferenças dependem das suas características individuais, mas também dos conhecimentos/aprendizagens/preferências que são sociais e culturais." (SCOCUGLIA, CHAVES e LINS, 2006, p. 2)

A legibilidade é abordada pelo geógrafo Tuan através de um significado duplo onde defende que: "É tanto a resposta dos sentidos aos estímulos externos como a atividade proposital, na qual certos fenômenos são claramente registrados, enquanto outros retrocedem para a sombra ou são bloqueados." (TUAN, 1974, p. 4).

Porém, para entender do que esta legibilidade é composta, De Paula, em

Mapa Mental e Experiência: Um Olhar Sobre as Possibilidades, descreve que "Ela é por excelência espacial e consiste de um aparato interno que, a partir de informações específicas (visuais ou verbais), alimenta uma estrutura mental capaz de construir uma projeção visual". Sobre percepção, o autor explica como: "a "chave" para entender a relação que os indivíduos têm com os espaços de seu cotidiano, sendo capaz de ligar todos os processos interiorizados da mente aos fatores do ambiente." (DE PAULA, 2010, p. 3).

4.2 Mapas Mentais Coletivos

A técnica de aplicação de mapas mentais apresentada em *A Imagem da Cidade*", Lynch, 1960, tem repercussão até os dias atuais na interpretação de como cada indivíduo interioriza as informações do cenário urbano. O autor explica que imagens públicas surgem quando um número expressivo de participantes de um grupo comunga de respostas e significados semelhantes (LYNCH, 1982).

Autores contemporâneos buscam completar este legado, dentre eles encontra-se Aguirre que, preocupado com a forma que se darão estudos da percepção urbana do coletivo, estipula cuidados na seleção dos indivíduos para participar das amostras. Sua sugestão aos pesquisadores é de que busquem usuários dentro de zonas de interesse e permanência comum e assim explica: "*Si nos atenemos a esta última exigencia de un anclaje común tendremos una manera de agregar a los sujetos. (...) Puede y debe desarrollarse una estadística atendiendo a la frecuencia mayor o menor de los hitos orientativos*." (AGUIRRE, 1999, p.15).

Em uma explicação sucinta sobre os elementos identificados por Lynch para serem aplicados dos mapas mentais, citamos: "caminhos" para identificar os percursos ao longo dos quais o observador se desloca, como ruas e calçadas; "nós" simbolizam os pontos estratégicos na cidade, como esquinas e praças; "marcos" representam os locais estratégicos nos quais o observador não entra, como torres e esculturas; "bairros" são porções da cidade que possuem alguma familiaridade identificadora e, por fim, "limites" representam os elementos lineares de barreira que dividem duas áreas distintas, como muros e margens hídricas.

4.3 Processos Participativos

A busca pela construção de ambientes mais robustos (*robustness*) e legíveis deve levar em consideração a opinião pública para extrair e revelar os valores empregados no uso cotidiano, englobando espaços e caminhos pertencentes ao gosto coletivo. A identificação da imagem coletiva auxilia os projetos de intervenção que indicam quais elementos estruturadores devem ser implantados e revitalizados e, consequentemente, potencializa o resultado positivo de apropriação comunitária (BENTLEY et all, 2005).

Quando os cidadãos se apropriam dos espaços urbanos desencadeia-se um processo de manutenção onde os usuários preservam a qualidade dos equipamentos urbanos que, como consequência, acabam por atrair um

número crescente de pessoas. É na sequência desta lógica que os espaços, assim apropriados, tornam-se referência ao coletivo. Logo, cidades legíveis e seguras agregam sustentabilidade e resiliência e fomentam a população a usufruir da qualidade de vida urbana presente.

A estruturação de mapas mentais coletivos apresenta-se como ferramenta capaz de envolver a opinião pública nos projetos de intervenção urbana, expressando a autonomia e o atou-reconhecimento popular nos territórios estudados. A rede de pesquisa (nome da rede) utiliza-se das tecnologias digitais gráficas de representação e visualização para desenvolver novas alternativas de participação social.

5 APLICATIVO MMENTAL

O desenvolvimento e aprimoramento do aplicativo MMental é realizado através da troca de conhecimentos em uma atividade interdisciplinar, que envolve pesquisadores docentes e discentes dos cursos de Arquitetura e Urbanismo, Ciências da Computação e Design Gráfico, da Universidade Federal de Pelotas e está sendo desenvolvido com o apoio da empresa Indeorum[3].

A ferramenta disponibiliza a atuação de dois atores distintos: ator Coordenador e ator Colaborador. Para dar-se início a uma nova pesquisa, o ator Coordenador deve seguir os seguintes passos:

- Acessar a página http://www.mmental.com.br/login/ e efetuar seu *login*;
- Caso o Coordenador não possua cadastro, efetuá-lo na página através de "Inscreva-se já";
- Para cadastrar uma nova pesquisa, há a possibilidade de o autor nomear a pesquisa de forma a ser reconhecida pelo ator Colaborador e existe a possibilidade de se criar uma pesquisa prévia afim de registrar o perfil do usuário;
- O autor Coordenador selecionará a fração do mapa georreferenciado que correspondente ao seu interesse de pesquisa e determinará o prazo de tempo que a mesma ficará disponível ao público.

O ator Colaborador, representado neste estudo de caso pelos acadêmicos da disciplina de Desenho Urbano I, preenche as pesquisas previamente estabelecidas pelo ator Coordenador. Quanto à escolha do grupo colaborador deste artigo, optou-se pelos acadêmicos por estarem familiarizados com o método e teoria criados por Lynch e, com isso, dispensarem explicações extensas sobre esta temática. Assim como ocorreu

[3] A Indeorum é uma empresa focada em promover soluções para a gestão de conhecimento no ensino superior. Desenvolve aplicações e sistemas digitais que permite que pesquisadores, gestores de instituições de ensino superior e coordenadores de grupos de pós a gestão da produção científica intelectual. Atualmente está incubada na Conectar que é a Incubadora de base tecnológica da UFPel e foi fundada por quatro cientistas da computação: Glauco Munsberg, Daniel Retzlaff, André Alba e André Peil.

com os acadêmicos respondentes deste estudo de caso, todo o sujeito Colaborador deverá:

- Acessar o aplicativo MMental através de algum dispositivo móvel, recomenda-se a utilização de *tablets*, e buscar a pesquisa a colaborar através do nome previamente divulgado pelo Coordenador;
- Ao selecionar a pesquisa, o Colaborador deve preencher o cadastro prévio e concluí-lo para, só então, ter acesso ao mapa georreferenciado;
- Após incluir no mapa as informações que compõe a imagem mental que possui daquela realidade urbana, o respondente concluirá a pesquisa em "Enviar mapa".

Findada a participação do público Colaborador, o Coordenador voltar-se-á ao *website*, fará novamente o seu *login* e poderá acessar as informações coletadas. Tais informações são expostas em três modos de visualização: (i) visualização simples dos ícones, qualitativa, (ii) visualização através de mapas de calor, também qualitativa e (iii) visualização do número de inserção de cada um dos elementos de Lynch, quantitativa.

Para atender as necessidades funcionais, o sistema apresenta-se composto por duas unidades: o sistema coletor, encarregado de armazenar os dados coletados das pesquisas realizadas, e o sistema *web* que, em um primeiro momento é utilizado pelo pesquisador para cadastrar novas pesquisas e, posteriormente, para analisar e manusear as informações coletadas.

6 METODOLOGIA

6.1 Registros Analógicos

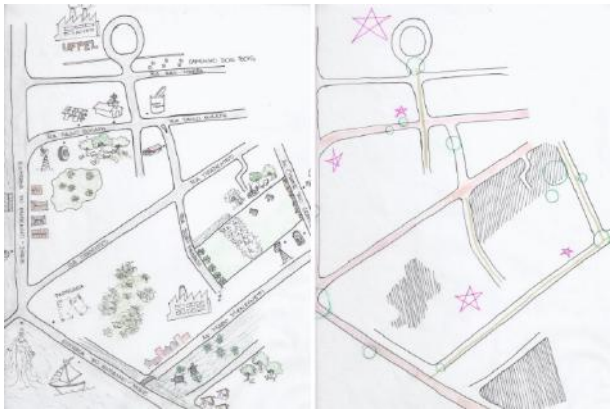
A busca pela imagem mental coletiva não descarta as atividades analógicas como veículo para o desenvolvimento da linha de raciocínio individual, para familiarizar os colaboradores com a técnica da utilização dos cinco elementos de Lynch e para produzir material de apoio às análises que o pesquisador fará ao término das coletas em ambiente digital.

Portanto, os alunos da disciplina de Desenho de Urbanismo da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo são convidados a elaborar uma imagem mental para compreensão e entendimento do sítio onde farão o exercício de intervenção urbana. Este trabalho dá-se início com uma caminhada investigativa onde alunos e docentes percorrem a região circundante ao terreno. Posteriormente, os alunos dividem-se em pequenos grupos, representam graficamente suas percepções do cenário visitado e depois refazem os mapas utilizando a técnica dos cinco elementos de Lynch (Figura 01).

Uma solução analógica foi realizada em ateliê para unificar as leituras dos grupos em um único mapa mental de toda a turma. Foi fixada na parede uma folha de papel pardo onde se projetou o mapa do sítio obtido através do cadastro urbano municipal. Os grupos passaram a limpo as informações

de seus mapas na projeção usando giz. O resultado foi o primeiro mapa mental coletivo da turma de Desenho de Urbanismo 2015-I.

Figura 01 – Mapas mentais em meio analógico. Esquerda: mapa com as referencias espontâneas. Direita: mapa com a codificação de Lynch.



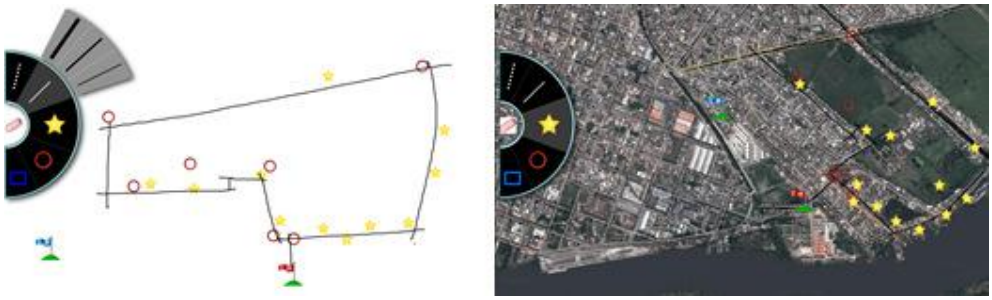
Fonte: Arquivo (NAUrb /FAURB UFPEL), 2015

6.2 Registros Digitais

Em continuidade ao exercício anterior e novamente em pequenos grupos, os acadêmicos refizeram os mapas mentais (Figura 02) utilizando o aplicativo. Um integrante de cada grupo cedeu informações pessoais para o cadastro inicial da pesquisa, como tempo de moradia na cidade e idade. Permitiu-se que os grupos utilizassem os mapas analógicos como referência no desenvolvimento dos mapas digitais para conferir maior semelhança entre ambos. Os símbolos são representados nas cores vermelho, amarelo, verde e azul conforme sua hierarquia (cores mais quentes, maior importância, cores mais frias, menor importância do elemento representado).

O preenchimento dos mapas foi acompanhado pelos pesquisadores que orientaram os alunos no manuseio da ferramenta e, concomitantemente, realizaram anotações relevantes quanto às dificuldades, facilidades e sugestões de melhorias para o aperfeiçoamento do protótipo MMental.

Figura 02 – Mapas em meio digital



Fonte: Arquivo (laboratório, faculdade), 2015

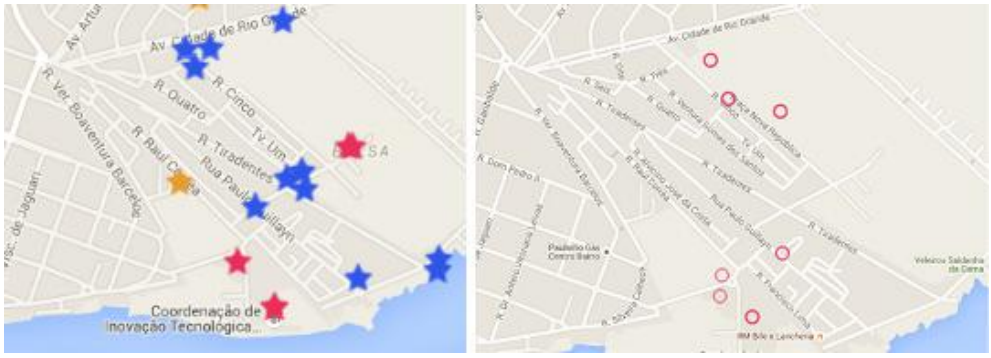
7 RESULTADOS

O pesquisador, de posse das informações registradas no aplicativo, pode manuseá-las conforme as análises que deseja realizar. Na página restrita a seu cadastro, o pesquisador ativa e desativa os símbolos (vias, limites, pontos nodais, marcos e bairros) que deseja ver ou remover do mapa urbano e esta dinâmica acontece simultaneamente na representação sobre a imagem aérea, obtida através do *Google Maps*. Por exemplo, pode-se compreender onde estão as zonas com maior concentração de marcos ou desativar os marcos e ativar os pontos nodais vermelhos, possibilitando uma visualização da localização destes elementos e sua concentração ou dispersão (Figura 03).

Quando o autor identifica uma concentração das respostas incluídas ao mapa que seja significativa pela intensidade, salva a imagem em seu dispositivo digital e continua a busca por demais análises.

Há a possibilidade de representar a concentração dos elementos através de manchas de calor onde a cor vermelha demarca as zonas com maior concentração de ícones e a verde a de menor intensidade. A Figura 04, mapa de calor para Marcos, destaca a inserção alta de ícones no ponto do mapa onde encontra-se a antena da rádio da Universidade Católica de Pelotas, elemento de grande visibilidade local.

Figura 03 – Mapas mentais de sobreposição



Fonte: Arquivo (laboratório, faculdade), 2015

O MMental informa dados numéricos referentes às inserções totais de cada elemento que pode ser utilizado pelo pesquisador em análises quantitativas.

Está em desenvolvimento a alternativa de análise por características do Colaborador. Logo, poderão ser separados os mapas coletivos por gênero, faixa etária, ou demais características coletadas do respondente.

A popularização do uso de dispositivos digitais de uso privado, somada a oferta de aplicativos gratuitos de geolocalização disponibilizados nas lojas dos sistemas, ganhou força nos últimos anos. Esta familiaridade com a tecnologia poderá facilitar o uso do MMental por usuários de fora do meio acadêmico. Os usuários que responderem as pesquisas neste cenário estarão menos sujeitos à influência do pesquisador e os mapas expressarão com maior particularidade a visão dos respondentes. No seguimento das

pesquisas, esta é uma questão a ser elucidada.

Figura 04 – Mapa mental de calor



Fonte: Arquivo (laboratório, faculdade), 2015

8 CONCLUSÕES

Findada esta etapa de coleta de dados junto ao público acadêmico, a equipe de pesquisadores envolvida no aprimoramento desta ferramenta realizou uma reunião onde foram apontados os pontos negativos e positivos do estado atual do protótipo. Esta atitude se fez necessária para que o aplicativo possa ser corrigido em suas limitações já detectadas, antes de ser testado junto ao segundo grupo Colaborador, caracterizado pelo público leigo: os moradores da Vila da Balsa.

A pauta da reunião foi organizada de maneira a abordar as colocações da seguinte maneira: (i) comandos oferecidos, se suficientes ou não; (ii) *layout* das telas de interação, se satisfatórios os não; (iii) colaborações verbalizadas pelos acadêmicos e (iv) colaborações identificadas pelo grupo pesquisador.

Ao analisar os comandos oferecidos, notou-se a necessidade de utilizar a pesquisa prévia preenchida pelo colaborador como maneira de filtrar apenas os mapas realizados por um subgrupo, dentro do grupo total de respondentes. Por exemplo: ao questionar Colaboradores de várias faixas etárias, quer-se saber a imagem mental das pessoas com mais de sessenta anos de idade. Outra alteração sugerida quanto a pesquisa prévia, é que a mesma seja antecedida por uma senha de uso opcional do pesquisador. Assim, haverá a possibilidade de criarem-se pesquisas abertas ou fechadas. As pesquisas abertas não possuirão senha e poderão ser preenchidas por qualquer usuário, já as pesquisas fechadas estarão direcionadas para um público restrito que receberá do Coordenador a senha de acesso.

Ainda sobre comandos à incorporar no aplicativo, notou-se a importância de o Coordenador ter acesso aos mapas individuais preenchidos pelo público afim de serem utilizados no momento dos relatos e análises de pesquisa. No protótipo, o Coordenador está limitado a analisar os dados finais de todos mapas sobrepostos.

Os estudantes verbalizaram que a ferramenta "apagar", utilizada para corrigir inserções equivocadas no mapa georreferenciado, pode ser melhorada. Atualmente, o comando apaga elementos de forma retroativa

e não seletiva.

O grupo de pesquisadores apontou o desejo de implantar melhorias para que o protótipo venha a ser utilizado de forma didática e legível pelo público leigo: a disponibilização da "pesquisa zero" para o entendimento de como utilizar os cinco elementos e para que demais pesquisadores e professores descubram através deste teste se o MMental pode vir a colaborar com suas pesquisas e atividades acadêmicas. Por fim, quer-se incluir breves explicações referentes aos ícones propostos por Lynch, esta exibição acontecerá quando o usuário selecionar pela primeira vez cada um dos ícones disponibilizados.

Mesmo considerando a necessária melhoria do aplicativo, o resultado da criação do MMental é um progresso significativo na experiência e ergonomia da análise de mapas mentais. O sistema de armazenamento dos mapas construídos e a adição de recursos que permitam o reconhecimento de padrões para a sistematização dos resultados possibilitam realizar, por técnicas de sobreposição e transparência das imagens, as correspondências entre os dados coletados, agilizando o processo de diagnóstico.

Após a Versão.2 o aplicativo MMental será disponibilizado gratuitamente, para que possibilite a contribuição de outros pesquisadores, para que possa se estabelecer como uma ferramenta útil para estudos de urbanismo e subsidiar processos participativos partindo da percepção do usuário do espaço vivenciado.

Assim, o 2.0 MMental prestará sua colaboração aos pesquisadores da legibilidade urbana, ao ser disponibilizado em *download* gratuito e, com isso, tornando-se colaborador na construção do conhecimento das Interfaces Urbanas. Futuramente, poderá ser incorporado às plataformas colaborativas além das experiências acadêmicas, colaborando para reforçar a legibilidade urbana e apoiar as interfaces entre as redes sociais da internet e o ambiente construído. Castells (2013) ao pensar uma cidade híbrida, lembra que a *internet* criou um espaço de autonomia para a troca de informações e para a partilha de sentimentos coletivos de indignação e esperança, ou seja, está em construção um novo modelo de participação cidadã. O aprimoramento do aplicativo MMental poderá contribuir nesse sentido.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPQ e ao FINEP o apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGUIERRE, Constancio de Castro. Mapas Cognitivos. Qué son y como exploralos. **Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales**, Universidad de Barcelona, v. 33, fev. 1999.

BENTLEY, Ian. I Curso de Desenho Urbano – **Prática Projectual e Pesquisa na Cidade Real**, Anotações de curso ministrado de 20 a 24 de Maio de 2013 na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPel, Por: Medvedovski, Nirce Saffer. Pelotas, 2013.

BENTLEY, Ian. ALCOCK, Alan. MURRAIN, Paul. MCGLYNN, Sue. SMITH, Graham. **Responsive environments A manual for designers**. Oxford, Architectural Press, 2005.

CASTELLO, Lineu. **Psicologia Ambiental e Política Ambiental: Estratégias para a Construção do Futuro.** São Paulo: Psicologia USP, 2005

DE PAULA, Luiz Tiago. **Mapa Mental e Experiência: Um Olhar Sobre as Possibilidades**. Porto Alegre: XVI Encontro Nacional de Geógrafos, 2010.

DEL Rio, Vicente. **Introdução ao desenho urbano no processo de planejamento.** São Paulo. Editora Pini, 1990.

GEHL, Jan. **Cidade Para Pessoas**. São Paulo: Editora Perspectiva S.A., 2014.

LYNCH, Kevin. **A Imagem da Cidade**. (tradução: Maria Cristina Tavares Afonso) São Paulo: Arte e Comunicação, 1982.

NEVES, Heloisa. **Mapas do Encontro.** São Paulo: ANNABLUME, 2010

AUTOR **Legibilidade Urbana - Fundamentos segundo Kevin Lynch.** Material didático Disciplina de Projeto de Urbanismo / Faculdade, Cidade , 2014.

PRESMANN, Roger S. **Engenharia de Software**. São Paulo: Makron Books, 1995

SCOCUGLIA, Jovanka. CHAVES, Carolina. LINS, Julian. **Percepção e memória da cidade: O Ponto de Cem Réis**. Disponível em http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/06.068/393. Acesso em 04 de outubro de 2013.

TUAN, Yi-Fu. **Topofilia: um estudo da percepção, atitudes e valores do meio ambiente**. Londrina: Eduel, 2012.

UPTON, David. CodeIgniter for Rapid PHP Application Development: **Improve your PHP coding productivity with the free compact open-source MVC CodeIgniter framework!.** 1 ed. UK: Brimingham, 2007

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O DESEMPENHO, SOB O ENFOQUE ERGONÔMICO, DE EDIFÍCIOS ÍCONES DA ARQUITETURA MODERNISTA BRASILEIRA, EM SÃO PAULO, PRODUZIDA ENTRE 1930 E 1964: EDIFÍCIOS DE USO COMERCIAL E DE SERVIÇO[1]

BARROSO, Barbara Iamauchi (1); KRONKA MULFARTH, Roberta Consentino (2)

(1) USP, e-mail: barbara.iamauchi.barroso@usp.br; (2) USP, e-mail: rkronka@usp.br

RESUMO

Este artigo visa mostrar os resultados obtidos até o momento, na avaliação do desempenho, sob o enfoque Ergonômico, de edifícios da arquitetura modernista brasileira, em São Paulo. São eles: edifício Conjunto Nacional (1963), projetado por David Libeskind; edifício Itália (1964), projetado por Franz Heep e edifício Copan (1964), projetado por Oscar Niemeyer. O objetivo da pesquisa é entender as inter-relações da ergonomia com outras áreas do conforto ambiental (iluminação e térmica). Além disso, busca auxiliar no entendimento do desempenho global dos edifícios, tanto no espaço físico, quanto nos aspectos ambientais. Desta forma, avalia, não só as adaptações em busca de maior funcionalidade que ocorreram ao longo da vida útil dos edifícios, como também as expectativas dos usuários quanto ao TRABALHAR. O método utilizado na pesquisa é indutivo experimental com levantamento de campo de variáveis físicas e ambientais. Os resultados são analisados de forma comparativa entre os dados experimentais dos edifícios nas suas configurações atuais e de projeto, associado aos critérios de desempenho ergonômico. Até o momento, a pesquisa indica que os alguns edifícios sofreram mudanças em relação a planta original que comprometeram o seu adequado desempenho, prejudicando as condições de conforto e agravando a dependência de estratégias ativas de condicionamento ambiental.

Palavras-chave: ENTAC2016. Artigo. Publicação. *Arquitetura-Moderna. Conforto Ergonômico. Avaliação. Desempenho e Projeto.*

ABSTRACT

This article aims is to show the results achieved so far, over the performance evaluation under the Ergonomic approach in buildings of Brazilian modernist architecture, in São Paulo. They are: Conjunto Nacional (1963), designed by David Libeskind; Itália Building (1964), designed by Franz Heep and Copan building (1964), designed by Oscar Niemeyer. The goal of this research is to understand the interrelations between ergonomics and other areas of environmental comfort (light and temperature). Moreover, it aims to assist in the understanding of the overall performance of buildings, in physical space as much as environmental space. Thus it analyzes not only the adjustments made for greater functionality, over the useful life of buildings, but also the expectations of users about WORK activity. The method used in the research is experimental induction with field survey of physical and environmental variables. The results are analyzed in a comparative way

[1] BARROSO01, Barbara Iamauchi; KRONKA MULFARTH02, Roberta Consentino. O desempenho, sob o enfoque ergonômico, de edifícios ícones da arquitetura modernista brasileira, em são paulo, produzida entre 1930 e 1964: edifícios de uso comercial e de serviço. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

between the experimental data of the current buildings and the original design, combined with ergonomic performance criteria. Until now, the research indicates that some buildings have changed from the original floor plan, which aggrieves the proper performance. Therefore, aggravating the dependence of active strategies of environmental conditioning.

***Keywords**: ENTAC2016. Paper. Publication. Modern Architecture. Ergonomic Comfort. Evaluation. Performance and Project.*

1 INTRODUÇÃO

Os edifícios, ícones da arquitetura modernista brasileira, escolhidos para esta pesquisa foram: o Conjunto Nacional (1963), projetado por David Libeskind; o edifício Itália (1964), projetado por Franz Heep e o edifício Copan (1964), projetado por Oscar Niemeyer. Estes, são exemplos da aplicação de estratégias do projeto arquitetônico com considerações para com a forma, a orientação do edifício, o sombreamento de fachadas, as aberturas para a ventilação natural, a iluminação natural e também o uso da estrutura e demais componentes construtivos como massa térmica para o controle das temperaturas internas, dentre outras características e propósitos de ordem ambiental.

Assim, a arquitetura brasileira desse período também é conhecida como arquitetura bioclimática (CORBELLA e YANNAS, 2003), por suas características de inserção climática, com o objetivo de controlar a radiação solar, a luz natural, a ventilação natural e as oscilações de temperatura com o uso da massa térmica inerente, principalmente, à estrutura de concreto. Em conjunto, os três edifícios selecionados como estudos de caso dessa pesquisa reúnem soluções arquitetônicas que resumem tanto a essência quanto a diversidades do período auge da arquitetura modernista brasileira do edifício comercial.

A intenção de incluir como estudos de caso exemplos da arquitetura comercial vêm do fato dessas serem as funções da arquitetura que correspondem ao maior número de edifícios na cidade, com requisitos distintos de conforto ambiental e de soluções de projeto também distintas. Além disso, são consideradas construções que agregaram valor e identidade à arquitetura de edifícios comerciais e residências no Brasil.

Quanto ao escopo ambiental, para a avaliação do desempenho ergonômico, foram incluídos aspectos do desempenho térmico e do luminoso, uma vez que eles interagem entre si, ao mesmo tempo em que devem ser avaliados em função da funcionalidade do espaço. Até os dias de hoje sabe-se pouco sobre o desempenho qualitativo e quantitativo desses edifícios e de suas soluções particulares, criadas para lidar com exigências do conforto ambiental dos usuários.

Com o recurso das medições in loco, acompanhadas por entrevistas com os usuários pode-se formular uma visão sobre o desempenho atual desses edifícios, de acordo com as exigências atuais de conforto. Complementando essa análise, com a avaliação ergonômica, pode-se aprender sobre o desempenho do edifício quando foi projetado, sem

quaisquer possíveis mudanças de projeto que tenham sofrido e, acima de tudo, na situação original do entorno construído.

Sendo assim, baseado em estudos de caso na cidade de São Paulo, esse projeto de pesquisa foca no aprendizado sobre o desempenho ergonômico, quantificação e qualificação, da arquitetura de edifícios comerciais e residenciais, da arquitetura modernista bioclimática brasileira, entre 1930 e 1960. Além disso, busca entender as inter-relações da ergonomia com outras áreas do conforto ambiental (iluminação e térmica) e auxiliar no entendimento do desempenho global dos edifícios. Desta forma, avaliando as adaptações realizadas em busca de funcionalidade, no espaço físico e em aspectos ambientais relacionando as expectativas dos usuários quanto ao TRABALHAR. Assim, a partir desses dados, formular-se-á recomendações arquitetônicas para a adequação ambiental de projetos contemporâneos.

2 ARQUITETURA MODERNISTA

O edifício Copan (1964), no bairro do Centro, é composto atualmente por um complexo edificado de dois volumes, sendo uma base horizontal de uso comercial e um edifício residencial de 32 pavimentos. Ele foi projetado como um trecho da cidade de forma a constituir um grande equipamento urbano, já que concentra uma grande diversidade de equipamentos configurando uma "cidade vertical". Possuía características humanistas com um conjunto arquitetônico bem integrado.

O projeto original era composto por um volume horizontal de uso comercial e serviços e duas lâminas - uma retilínea, destinada a um hotel, e outra curva, destinada a habitação. O programa do edifício visava articular o edifício com a cidade de forma que o piso das calçadas invade o edifício como uma extensão da cidade.

A variedade de habitações ao longo da lamina curva compreende tipologias desde menor área, kitchenettes, até os de maior área, apartamentos com 3 dormitórios. No projeto original haviam 5 blocos A, B, C, D e E. O A era destinado a kitchenettes com um longo corredor interno, o bloco B, C eram apartamentos com três dormitórios, sendo a área do D maior que a do C. E os blocos E e F, os mais amplos, com apartamentos entre três e quatro dormitórios.

O projeto aprovado e construído tinha grandes diferenças com o projeto original. Algumas alterações mais significantes foram: a lamina, inicialmente pensada pra ser um hotel, foi alterada para ser uma sede do banco Bradesco. Os apartamentos o bloco A foram divididos de forma que se transformasse em dois blocos um com dois dormitórios e o outro com kitchenettes.

Em aspectos de projeto e conforto ambiental foi o primeiro edifício a ser aprovado pela prefeitura com sanitário interno e ventilação forçada. Isto devido à demanda por apartamentos pequenos, em razão da expansão urbana e carência habitacional. Para proteção solar, a fachada principal do

edifício, foi projetada com brises horizontais de 1,45m de largura espaçadas a 1 metro entre si. Esses brises tinham além da função de sombreamento, desempenham papel fundamental na caracterização formal do edifício. Além disso, Na fachada posterior foi utilizado o elemento vazado, cobogó, que sombreiam e ventilam os ambientes.

Outro complexo arquitetônico do período, na cidade de São Paulo, foi o Conjunto Nacional (1963), englobando a função residencial e comercial em uma única torre alta, sobre uma base horizontal de uso comercial e público, com um terraço jardim entre a base e a torre do edifício (IACOCCA, 1998). A arquitetura do Conjunto Nacional traz elementos como o tijolo vazado nas fachadas (o conhecido cobogó), a planta estreita, uma combinação entre partes opacas e partes envidraçadas nas fachadas principais e, proteções solares para o bloqueio da radiação solar e o controle da iluminação natural. Ademais, de frente e mais afastado da avenida Paulista, o Conjunto Nacional está orientado para norte e sul, o que favorece a iluminação natural do edifício.

O projeto foi pensado para ser uma extensão da rua, de forma que há acessos pelas ruas que margeiam o edifício e o piso da calçada adentra o bloco comercial. O Conjunto Nacional foi projetado para escritórios celulares e é ocupado dessa forma até os dias hoje. Inaugura a ocupação da avenida Paulista sendo o primeiro com tamanhas dimensões. Distingue-se por sua ocupação em que os limites da quadra são os limites do próprio bloco. O projeto original sofreu grandes alterações. Inicialmente, era previsto um bloco horizontal de comércio e um bloco vertical dividido em duas funções, um hotel e um conjunto comercial. Além disso, salas de cinema, teatro e um terraço jardim também estavam no projeto.

O Edifício Circolo Italiano, mais conhecido como edifício Itália, 1956, foi por muito tempo o maior edifício da cidade de São Paulo, com 165 metros de altura. É ocupado em sua maior parte por escritórios, mas abriga também, nos três primeiros andares, a Associação Circolo Italiano que conta com uma biblioteca, um salão de jogos e um teatro. Com 44 andares mais um subsolo e 19 elevadores, seus 52.000 metros quadrados tem capacidade para 10.000 pessoas e população flutuante de 25.000 pessoas.

A implantação do edifício, na esquina da Avenida Ipiranga com a Avenida São Luiz, voltado para a Praça da República, foi determinante para que o projeto do edifício fosse aprovado pela prefeitura como um marco da cidade. Seguindo a mesma lógica do Conjunto Nacional, o edifício Itália se baseia num bloco de embasamento e um volume vertical. Para cobrir as empenas dos edifícios adjacentes, o arquiteto projetou dois blocos laminares de 8 andares (altura permitida para as edificações na divisa do lote na época) revestidos com blocos de vidro com janelas emolduradas.

O edifício Itália foi visto como um pioneiro em edifícios de grande porte no Brasil tanto no sentido técnico construtivo como no sentido arquitetônico. Uma das soluções inovadores para época foi a circulação vertical feita através de 19 elevadores, 5 de uso exclusivo do Circolo Italiano e 14 de uso

comum. Para a racionalização do sistema de abastecimento a cada interrupção de um grupo de elevadores os dois andares subsequentes recebem as suas casas de máquinas e caixas d'água.

A flexibilidade dos pisos de escritórios do edifício é garantida, principalmente, por dois fatores: as instalações hidráulicas e elétricas que correm pelo perímetro do edifício garantindo a liberdade na locação dos sanitários e no layout dos escritórios; e o sistema estrutural adotado - o edifício conta com 12 pilares e quatro paredes estruturais além da coluna de elevadores que tem função estrutural. A pequena quantidade de pilares ocorre devido à distribuição da carga por mais de cem pilares alocados no perímetro da elipse que suprem também a função de contraventamentos, permitindo que um edifício com o porte do Circolo Italiano tenha uma imensa liberdade e uma planta livre nos pavimentos.

3 ERGONOMIA

A inserção do conforto ambiental, focado em Ergonomia, na concepção e avaliação dos projetos de arquitetura e das edificações existentes, remete ao questionamento e à redefinição de "conforto ambiental", já que, apesar de suas especificidades, caracteriza uma percepção individual do espaço, influenciada por valores de conveniência, adequação, expressividade, comodidade e prazer (VIRILIO, 1993). Esta percepção engloba não só todas as suas variáveis e interferências, mas também vários fatores comportamentais, que poderiam ser classificados em quatro grandes grupos estruturadores: sócio cultural, psicológico, ambiental e físico (SHMID, 2005).
Uma crítica a essa abordagem se dá no aprofundamento e detalhamento dos aspectos relacionados com os fatores físicos, em detrimento aos outros aspectos. Isto ocorre na medida em que um projeto, comumente, restringe-se aos aspectos relacionados à antropometria e à acessibilidade. Contudo, o ponto central está em definir o verdadeiro papel da ergonomia, não só como uma das áreas do conforto ambiental, mas também no seu real papel: concepção, estruturação e avaliação de projetos.
A ergonomia surgiu no pós guerra, em 1972, com o objetivo básico de aprimorar as condições de trabalho nas fábricas, em uma época, de alta produção no limite do esforço físico. Por muito tempo, esteve ligada, exclusivamente à questões dimensionais, antropométricos e, mais recentemente, à acessibilidade. Apesar disso, entender o trabalho como qualquer ação do homem no meio em que se encontra trouxe a real dimensão da ERGONOMIA3.
Partindo do pressuposto que a Ergonomia na Arquitetura tem como objeto o homem no espaço, pode-se defini-la como o estudo das ações e das influências mútuas entre ser humano e espaço através de interfaces recíprocas. Desta forma, a contribuição da ergonomia na arquitetura é propor relações e condições de ação e mobilidade, definir proporções e

[2] Para alguns pesquisadores esta data é 1949.

[3] *ERGON* – ação + *NOMOS* – princípios. Existe um consenso do caráter integrador que caracteriza a Ergonomia na transformação dos vários fatores estruturadores, sendo eles os psicológicos, sócio culturais, ambientais e físicos (DANIELLOU, 2004).

estabelecer dimensões em condições especificas para ambientes naturais e construídos. Tem como base o conforto ambiental, que pressupõe a percepção individual de qualidades, influenciada por valores de conveniência, adequação, expressividade, comodidade e prazer.
Baseada nestes pressupostos, a ergonomia, a partir de seus quatro fatores estruturadores, embasa ações projetuais que visam conforto, e são estes: os mensuráveis e os não mensuráveis. Eles são objeto de estudo da Ergonomia aplicada a Arquitetura e ao Urbanismo.
Em geral, o conforto ambiental ainda não é contemplado adequadamente na maioria dos projetos de edifícios brasileiros. Quando se avalia o contexto urbano, a qualidade dos espaços e a inserção destes na cidade, a situação é semelhante. Apesar disso, os edifícios ícones do modernismo brasileiro analisados são conhecidos pelos aspectos relacionados ao conforto ambiental. Assim, tais estudos podem fornecer grande conhecimento acerca das técnicas projetuais de conforto e ergonomia.

4 PESQUISA E DADOS OBTIDOS

Foi realizada pesquisas bibliográficas com trabalhos significativos na área e pesquisas acadêmicas para resultados concretos para avaliação ergonômica. Assim, os conceitos e propostas foram devidamente analisados, para aprofundar o tema e confirmar sua complexidade. Destacam-se dois trabalhos utilizados para a pesquisa, que foram intensamente consultados: Habitar El Presente, de Josep Maria Montaner e A história do ambiente de trabalho em edifícios de escritórios, de Cláudia Andrade. Além disso, a tese de mestrado "A Importância do estudo das funções e atividades no projeto e dimensionamento da habitação", de André Luiz Souza Barbosa, apresentou um método de avaliação que se mostrou adequado para o trabalho a ser realizado nessa pesquisa (Quadro 1). O quadro permite um tabelamento ergonômico para avaliar o interior dos edifícios de forma que parte da descrição das atividades realizadas por cada usuário. Essa descrição se baseia segundo classificação da natureza da atividade, localização, e classificação dos usuários.

Quadro 1 – Exemplo de tabela de avaliação ergonômica

Funções	**Descrição**	**Descrição**	**Descrição**	**Descrição**
Estar: receber	A função compreende aspectos da vida familiar muito diferentes: reunir para conversação, jogos, etc. (c/ parte da família e raro com estranhos), reunião motivada p/ meios de comunicação (livros, revistas, rádio, televisão).	As principais atividades que compõem são: estar/reunir são conversas, jogos, ouvir música, ler tocar instrumentos musicais e ver televisão.	Função não definida pela norma, mas podendo ser comparada com a função Sentando: sentar; conversar; ler; ouvir música; assistir TV.	A função é definida como Acomodar hóspedes; introdução; conversa em pares e grupos; servir bebidas e petiscos; servir cafés e bolos; ouvir música; recordar a vida; jogos (não de mesa: cartas)
Localização	Sala comum ou sala de visitas (dependendo do hábito familiar e da dimensão da casa).	Sala / estar ou saleta pode estar ocorrendo no quarto, varanda, terraço ou quintal.	Sem definição.	Sem definição.
Hábitos	Varia de acordo com o perfil socioeconômico da família e com as dimensões da casa.	Almoço, jantar e tempos livres.	Sem definição.	Sem definição.
Periodicidade	De acordo com o perfil da família.	Sem definição.	Sem definição.	Sem definição.
Usuário (s) Envolvido (s)	Agregado familiar completo e pessoas estranhas a familiar.	Toda a família Família com visitas Agregado familiar	Sem definição.	Sem definição.

Fonte: André Luiz Souza Barbosa

4.1 Levantamento dos projetos

Buscou-se em livros e acervos a fim de se obter informações (dados técnicos e desenhos de projeto) sobre a atual situação dos edifícios estudados, bem como suas plantas originais. Foi possível localizar plantas de variadas épocas dos edifícios, para isso utilizou-se uma bibliografia específica para cada um. Foram consultados, também, acervos públicos de desenhos arquitetônicos e biblioteca de projetos na FAUUSP. As plantas que se encontravam

deterioradas foram redesenhadas em softwares 2D e 3D. Essa metodologia é importante para a compreensão das funções, atividades e uso em edifícios comerciais e de serviços. Elas também funcionam como instrumento de compreensão do dimensionamento de projeto uma vez que simulam as possíveis demandas e trajetos dos usuários em um determinado ambiente.

4.2 Pesquisa de campo e análise do desempenho ergonômico

Foram selecionados três edifícios para realizar essa pesquisa. Para cada um contatou-se uma quantidade de usuários suficiente para conseguir realizar as medições e questionários validáveis. Para o Copan foram eleitos seis apartamentos; para o Conjunto Nacional três escritórios distintos e para o Edifício Itália dois escritórios em diferentes andares. Junto à equipe do laboratório, foram aplicados questionários (de Ergonomia e Conforto Térmico - luminoso) com os moradores e medições de conforto do entorno e dos ambientes utilizados pelos usuários entrevistados. Além disso, foi realizado os levantamentos para a avaliação ergonômica, que resultaram em uma série de dados e tabelas de onde foi possível geral gráficos e diagramas. Também foram realizadas simulações computacionais nos ambientes com intuito de entender as condições do ambiente.

Na avaliação do interior dos edifícios a análise ergonômica aborda basicamente 03 fases. A primeira se concentra na amostra e análise de tarefa – usos e funções dos ambientes - de obstáculos e estudo da tarefa. Na 2ª fase faz-se a análise antropométrica da tarefa - aplicação do Ergokit e base de dados antropométricos de Julius Pañero - avaliação da adequação dos ambientes e dimensionamento para as atividades. Por fim, a 3ª fase é o levantamento do mobiliário utilizado e a comparação com modificações realizadas a partir do projeto original bem como recomendações para o conforto ergonômico.

A pesquisa de campo foi realizada nos três edifícios selecionados entre os dias 18/03/2015 e 14/04/2015. Também foram realizadas pesquisas na área externa dos edifícios com o objetivo de obter dados de conforto, opinião do usuário e ergonomia do entorno. A partir dos dados obtidos nas medições e questionários foi possível realizar os procedimentos analíticos iniciais para a avaliação do desempenho com enfoque ergonômico dos edifícios. Com base nos desenhos de projeto e nos métodos de avaliação ergonômica realizou-se uma avaliação básica acerca do projeto.

A partir das plantas, averiguou-se que os três edifícios foram intensamente modificados ao longo dos anos. Os escritórios alteraram tanto o conceito ideológico quanto o layout. Isso pode estar associado às questões de conforto, às questões de custo e doutrina das empresas ou até mesmo ambas. Além disso, também foi possível, a partir das bases de desenho, verificar qualidades e possíveis problemas de projeto que podem interferir no dia a dia do usuário.

No edifício Circolo Italiano (Figura 1 e 2) foram medidos os pavimentos 13º e

33º onde se verificaram mudanças formais e de layout. Ambos os pavimentos avaliados alteraram sua concepção para um escritório de salas fechadas, hierarquizadas, sem espaços de integração para plantas livres, sem divisórias e com o layout mais integrado. Ambos os escritórios avaliados nesta etapa tinham mobiliário disposto de forma regular, porém, com diferenças no tipo e estilo de mobiliário. No pavimento 33º o mobiliário era mais voltado para estações de trabalho com biombos, mobília agregados e poucas variações. Enquanto no pavimento 13º o mobiliário era auto portante com separação entre os biombos e os móveis.

Outra constatação importante a partir das medições foi o desempenho dos pavimentos, uma vez que, nos casos estudados, havia tanto ventilação mecânica quanto climatização por ar condicionado. No caso do pavimento com ar condicionado, o desempenho térmico do apresentou uma pior condição de conforto em relação ao com ventilação natural.

No edifício Conjunto Nacional (Figura 3, 4 e 5) foram medidas 3 salas - uma no pavimento 5º e duas no 23º (em extremos opostos do edifício). As salas também foram alteradas das plantas originais, porém a mudança é menos drástica em relação ao caso anterior. Aqui, o número de mesas e ocupantes foi aumentado de forma que as salas, antes destinadas a uma parte de um escritório abrigam, agora, uma equipe inteira. Além disso, as salas do 23º andar apresentaram problemas no layout do escritório uma vez que há reflexão luminosa na área de trabalho ofuscando o usuário e atrapalhando o trabalho. Isto interfere no uso das persianas e sistema de climatização por ar condicionado.

No edifício Copan (Figura 6 e 7) as mudanças na planta foram nítidas. As medições foram realizadas majoritariamente em kitchenettes o que permitiu a avaliação do mínimo espaço da habitação, bem como de conflitos resultantes da disposição do mobiliário. Além disso, problemas com ventilação e iluminação foram, recorrentemente, identificados já que, dependendo da fachada exposta, o apartamento recebe muita ou pouquíssima luz natural.

Nos próximos meses serão realizadas mais visitas aos escritórios e apartamentos com a equipe do LABAUT da FAUUSP. Nestas visitas serão aplicados questionários e entrevistas com o intuito de entender melhor as atividades realizadas nos escritórios. Também haverá medições ergonômicas dos locais, para que seja possível avaliar o espaço de trabalho. Com os dados obtidos pelas medições de ergonomia pretende-se criar um diagrama de influências das atividades realizadas e do espaço necessário para elas.

Figura 1 – Dados obtidos no Edifício Itália

Edifício Circolo Italiano - Dados

Ficha - 1

Nome Edifício: Edifício Circolo Italiano
Latitude: 23.54545016 S
Longitude: 46.64352244 W
Ano da Construção: 1964
Piso/Andar: 13º
Fachadas Expostas: Sim
Envidraçados: Sim
Período Monitorizações: 18/03/2015 (20h) a 25/03/2015 (12h)

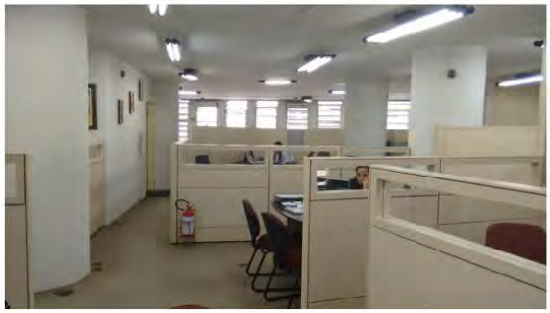
Ocupação da Unidade
Nº de pessoas no escritório: 36
Nº de pessoas na área analisada: 30
Nº de equipamentos = 30 computadores + 52 lâmpadas fluorescentes tubulares 1,5m
Densidade: 1 pessoa / 7,3 m²

Utilização da Unidade
Janelas: Algumas com funcionamento inadequado (sendo necessário, em alguns casos, apoios improvisados para que permanecessam abertas)
Dispositivo de Sombreamento: Sim
Tipo de dispoditivo de sombreamento: Brises
Ar Condicionado: No período de medição estava quebrado
Iluminação Artificial:
52 lâmpadas fluorescentes tubulares 1,5m

Layout
Fachada: voltada para a Praça da República
Área: aproximadamente 220m²
Pé direito: 2,65m
Planta: livre (alterada em relação as plantas originais que contavam com paredes internas divisórias)
Forro: Não
Carpete cinza/marrom claro
Paredes brancas









Fonte: Amanda Poblet Marini em 18/03/15

Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

Figura 2 – Dados obtidos no Edifício Itália

Edifício Circolo Italiano - Dados

Ficha - 2

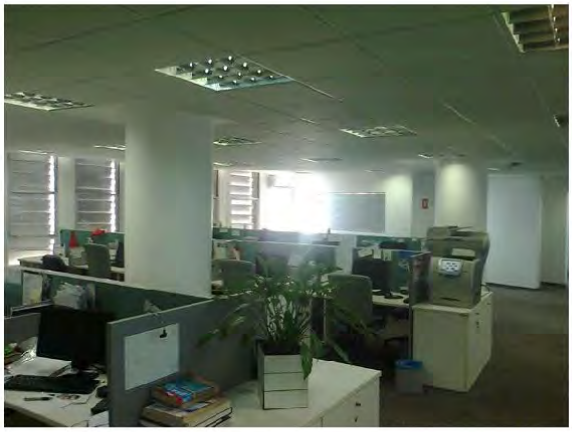
Nome Edifício: Edifício Circolo Italiano
Latitude: 23.54545016 S
Longitude: 46.64352244 W
Ano da Construção: 1964
Piso/Andar: 33°
Fachadas Expostas: Sim
Envidraçados: SIm
Período Monitorizações: 18/03/2015 (20h) a 25/03/2015 (12h)

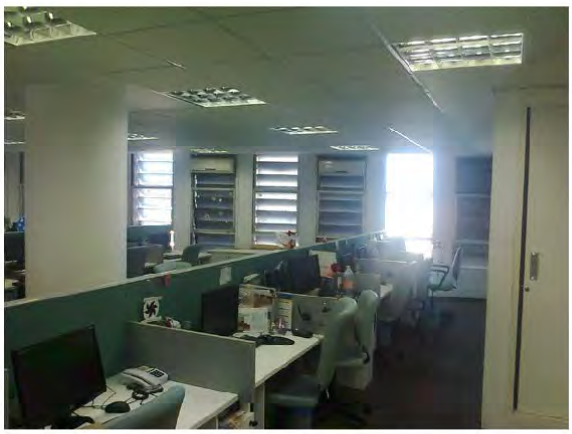
Ocupação da Unidade
N° de pessoas no escritório: 42
N° de pessoas na área analisada: 40
N° de equipamentos = 40 computadores + 152 lâmpadas fluorescentes compactas 20W
Densidade: 1 pessoa / 6,2 m²

Utilização da Unidade
Janelas: Os funcionários são instruidos a não abrirem as janelas e os brises para diminuir o gasto de energia com o ar condicionado)
Dispositivo de Sombreamento: Sim
Tipo de dispoditivo de sombreamento: Brises
Ar Condicionado: ligado 24h
Iluminação Artificial:
152 lâmpadas fluorescentes tubulares 1,5m

Layout
Fachada: voltada para o fundo do lote
Área: aproximadamente 251m²
Pé direito: 2,55m
Planta: livre (alterada em relação as plantas originais que contavam com paredes internas divisórias)
Forro: Sim - PVC modular
Carpete cinza/marrom claro
Paredes brancas







Fonte: Mario Uchida em 24/03/15

Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

Figura 3 – Dados obtidos no Conjunto Nacional

Conjunto Nacional - Dados

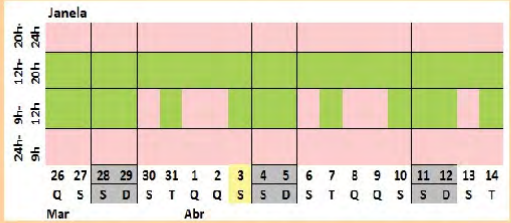
Ficha - 1

Nome Edifício: Conjunto Nacional
Latitude: 23°33'33.51"S
Longitude: 46°39'37.28"W
Ano da Construção: 1958
Bloco: Horsa I
Piso/Andar: 5º
Localização no Edifício: Intermédio
Fachadas Expostas: NE
Envidraçados: NE
Período Monitorizações:
de 26-03-2015 (17hrs) a 14-04-2015 (14hrs)

Ocupação da Unidade:
Nº Ocupantes: 3 (entre 22 a 45 anos)
Nome do utilizador Inquerido: João Paulo
Frequentador da unidade a: 2 anos

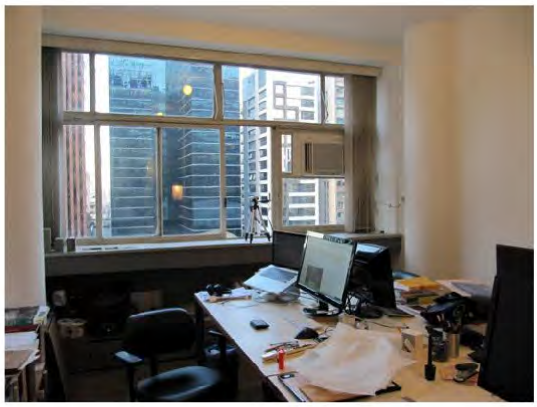
Utilização da Unidade:
Janelas (de modo geral)
Aberta(s): 9h a 20h
Fechada(s): 20h a 9h
obs: qdo a janela está aberta a porta de entrada também está aberta
Janelas (durante as medições)
Fechada(s): 2ª, 4ª, 5ª (durante a manhã), fim-de-semana, feriado, e durante a noite

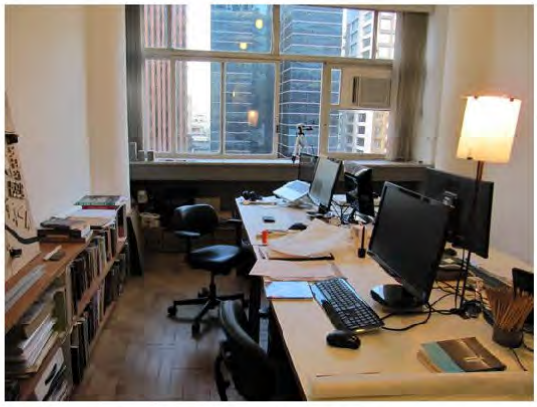
Dispositivo de Sombreamento (Interior)
Acionado: de manhã e as vezes a tarde
Ar Condicionado
Acionado: das 11h-15h (durante as horário de almoço nos dias de trabalho)
Iluminação Artificial
Acionado: a tarde para complementar (sala com 3 lâmpadas fluorescente compacta e 1 incandescente)
Iluminação Natural
Obs: observou reflexão c/ ofuscamento no plano de trabalho



Regime de abertura das janelas







Fonte: fotos por Monica Marcondes

Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

Figura 4 – Dados obtidos no Conjunto Nacional

Conjunto Nacional - Dados

Ficha - 2

Nome Edifício: Conjunto Nacional
Latitude: 23°33'33.51"S
Longitude: 46°39'37.28"W
Ano da Construção: 1958
Bloco: Horsa II
Piso/Andar: 23°
Localização no Edifício: Intermédio
Fachadas Expostas: NE
Envidraçados: NE
Período Monitorizações:
de 26-03-2015 (17hrs) a 14-04-2015 (14hrs)

Ocupação da Unidade:
Nº Ocupantes: 1 (entre 22 a 45 anos)
Nome do utilizador Inquerido: Mª. Célis
Frequentador da unidade a: mais de 2 anos

Utilização da Unidade:
Janelas (de modo geral e medições)
Fechada(s): sempre fechadas por causa do barulho (dias de trabalho, fim de semana, feriados). obs: normalmente está conforme a foto!

Dispositivo de Sombreamento (Interior)
Acionado: sempre (dias de trabalho, fim de semana, feriados). obs: normalmente está conforme a foto!
Ar Condicionado
Acionado: manhã e tarde (horários de trabalho)
Obs: esta sala tem comunicação por cima com outros ambientes (quase como um open space)

Iluminação Artificial
Acionado: sempre no horário de trabalho (sala com x lâmpadas fluorescente compacta)
Iluminação Natural
Obs: observou reflexo do computador (abaixa a persiana sempre de dia).







Fonte: fotos por Monica Marcondes

Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

Figura 5 – Dados obtidos no Conjunto Nacional

Conjunto Nacional - Dados

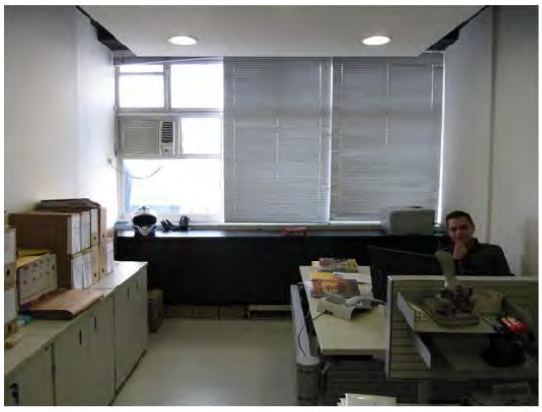
Ficha - 3

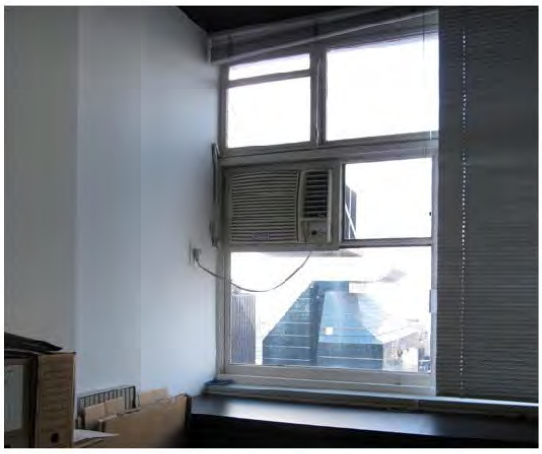
Nome Edifício: Conjunto Nacional
Latitude: 23°33'33.51"S
Longitude: 46°39'37.28"W
Ano da Construção: 1958
Bloco: Horsa II
Piso/Andar: 23º
Localização no Edifício: Intermédio
Fachadas Expostas: NE
Envidraçados: NE
Período Monitorizações:
de 26-03-2015 (17hrs) a 14-04-2015 (14hrs)

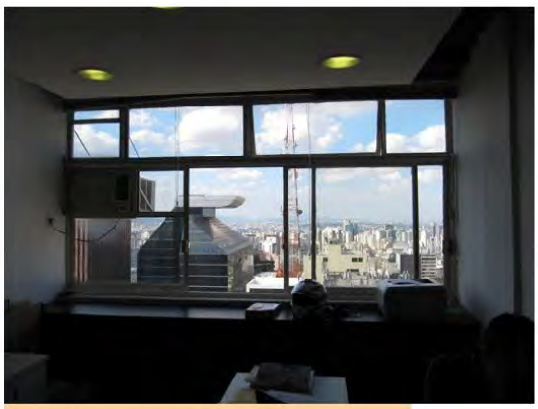
Ocupação da Unidade:
Nº Ocupantes: 2 (entre 22 a 45 anos)
Nome do utilizador Inquerido: Michel
Frequentador da unidade a: mais de 2 anos

Utilização da Unidade:
Janelas (de modo geral e medições)
Aberta(s): a tarde
obs: normalmente está conforme a foto

Dispositivo de Sombreamento (Interior)
Acionado: de manhã e as vezes das 13h-18h
obs: normalmente está conforme a foto
Ar Condicionado
Acionado: de manhã e de tarde (nos dias de trabalho) das 9h as 18h
Iluminação Artificial
Acionado: sempre no horário de trabalho (sala com lâmpadas fluorescentes compactas)
Iluminação Natural
Obs: observou reflexão , ofuscamento e excesso de luz (disse que com a luz natural não dar para trabalhar de manhã)





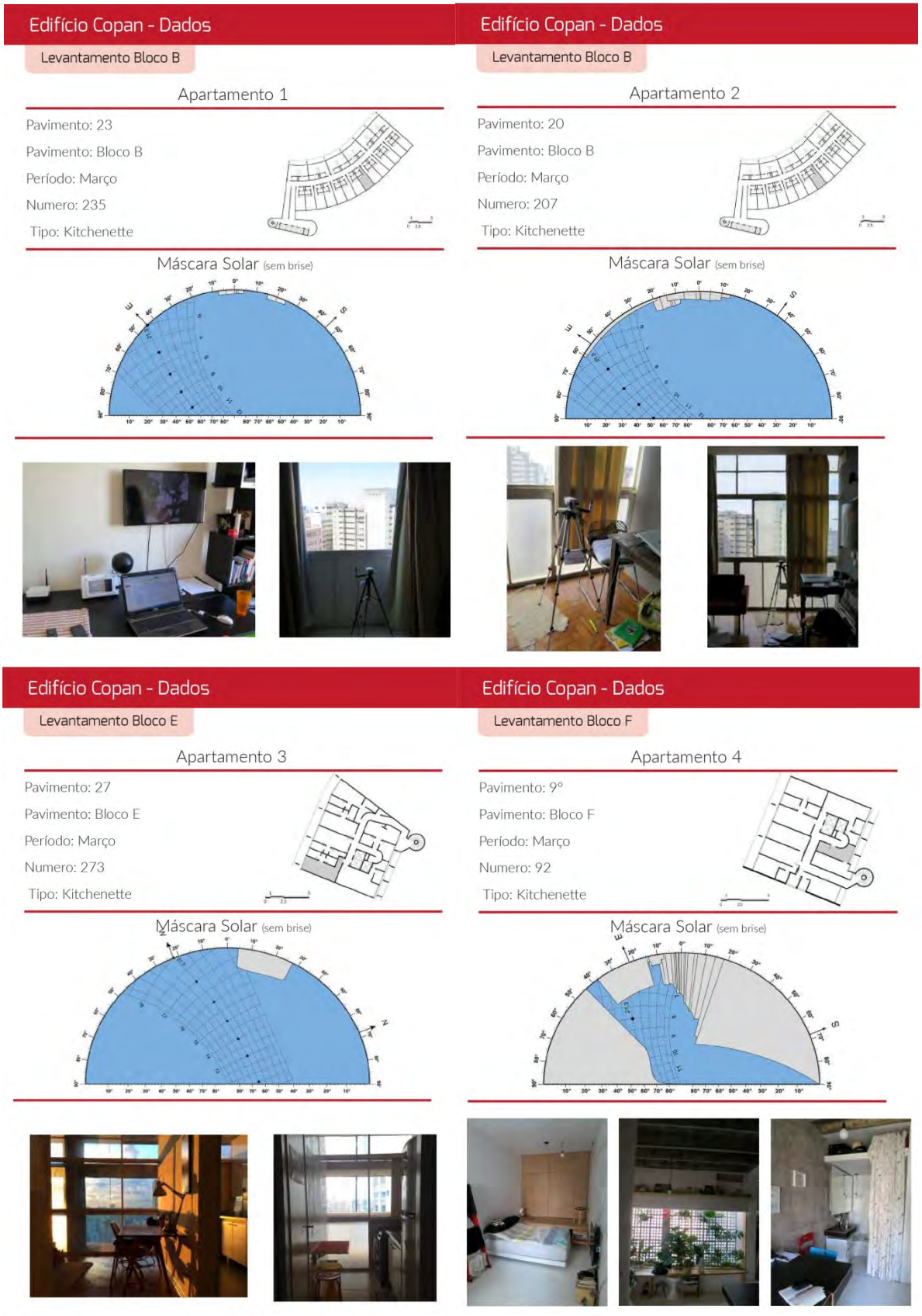


Janelas com as persianas 100% abertas

Fonte: fotos por Monica Marcondes

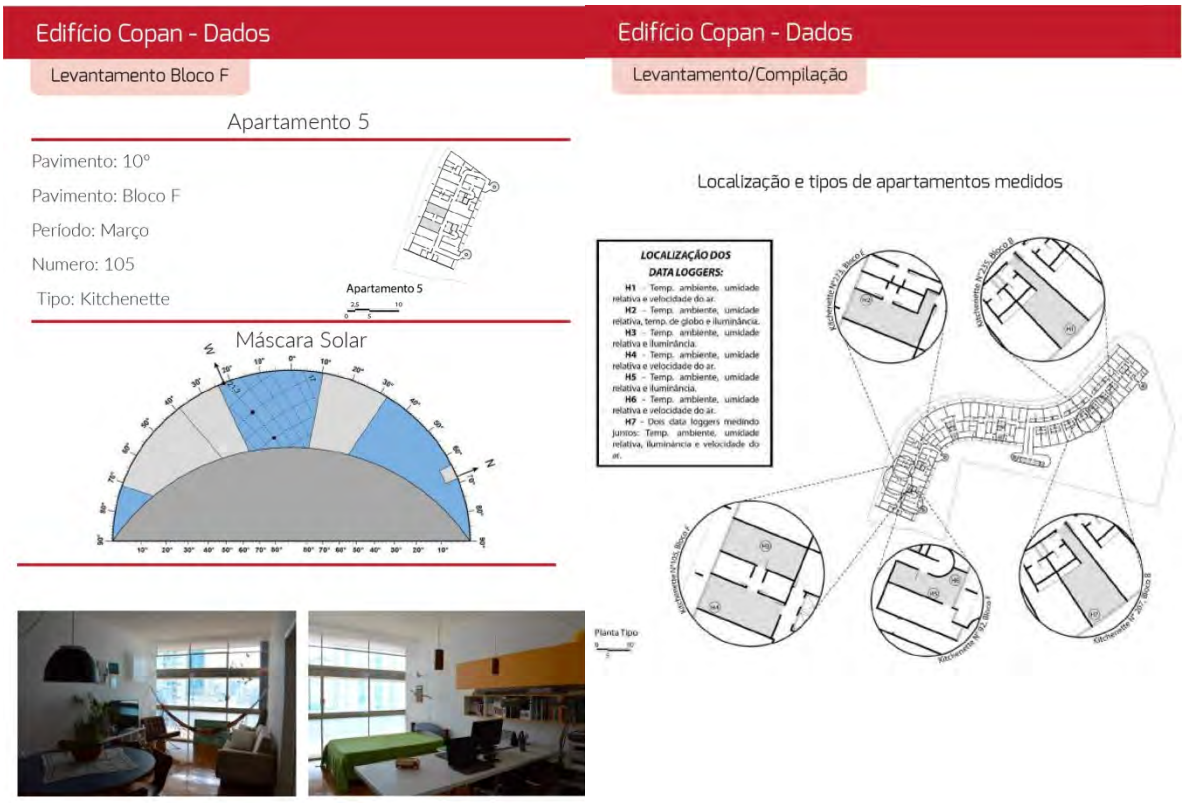
Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

Figura 6 – Dados obtidos no Copan



Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

Figura 7 – Dados obtidos no Copan



Fonte: Relatório parcial referente a pesquisa associada a este artigo

5 CONCLUSÃO

Os resultados obtidos até o momento indicam que alguns edifícios sofreram mudanças em relação à planta original que comprometeram o seu adequado desempenho. As análises indicam que muitas destas modificações, em busca de maior "funcionalidade" além de prejudicarem a adequação das variáveis ambientais, fizeram com que a dependência de estratégias ativas de condicionamento térmico e de iluminação piorasse o desempenho global do edifício em questão. Outros edifícios, que mantiveram o projeto original, sem grandes alterações que comprometessem o desempenho global do edifício, conseguem manter-se atualmente com maior qualidade ambiental. Outro ponto a ser levantado em relação ao desempenho dos edifícios é a interação entre o comportamento do usuário no local, no espaço, e a adequação ergonômica dos escritórios e das residências que são primordiais para atender aos objetivos de melhor desempenho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a FAPESP o financiamento desta pesquisa que me possibilitou amplo aprendizado. Agradeço também a Profª. Roberta Consentino Kronka Mülfarth orientadora desta pesquisa bem como a instituição de ensino FAUUSP e ao laboratório LABAUT que me forneceram infraestrutura e conhecimento.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Cláudia Miranda**. A História do Ambiente de Trabalho em Edifícios de Escritórios: Um Século de Transformações.** São Paulo: C4, 2007.

ANDRADE, Cláudia Miranda Araújo de. **Avaliação de desempenho em edifícios de escritórios: o ambiente de trabalho como meio para o bem estar produtivo.** Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 2005.

BARBOSA, André Luiz Souza. **A Importância do estudo das funções e atividades no projeto e dimensionamento da habitação.** Tese (Conclusão de Graduação em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 2007.

CAMBIAGHI, Silvana S. **Desenho Universal: Métodos e Técnicas de Ensino na Graduação de Arquitetos e Urbanistas**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 2004.

CORBELLA & YANNAS. **Em Busca de Uma Arquitetura Sustentável Para os Trópicos**. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

IACOCCA, Ângelo. **Conjunto Nacional: A Conquista da Paulista**. São Paulo: Editora Fundação Peirópolis, 1998.

JOHNSON, Steven. **Cultura da interface: como o computador transforma nossa maneira de criar e comunicar.** Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2001.

MONTANER, Josep Maria, MARTÍNEZ, Zaida Muxí. **Habitar el Presente. Vivienda em España: sociedad, ciudad, tecnología y recursos.** Madrid: Ministerio de Vivienda, 2006.
_____. **NBR 9050:** Acessibilidade a edificações, mobiliário, equipamentos urbanos. Rio de Janeiro: 2004. 97 p.

PANERO, Martin. **Dimensionamento Humano para Espaços Interiores.** Barcelona: Gustavo Gili, 2001.

ROMANO, Elisabetta **. Metodologias de gerenciamento de espaços empresariais: novas diretrizes para o projeto dos ambientes de trabalho**. Tese (Livre Docência em Arquitetura e Urbanismo), Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, USP, 2003.

SCHMID, Aloísio Leoni. **A idéia de conforto: reflexões sobre o ambiente construído**. Curitiba: Pacto Ambiental, 2005

SADER, Ana Paula Cabral**. O espaço do escritório: novos olhares sobre conceitos e formas**. São Paulo: Centro Universitário Belas Artes São Paulo, 2003.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ELABORAÇÃO DE QUESTIONÁRIO COMO FERRAMENTA AUXILIAR NA AVALIAÇÃO DO CONFORTO ACÚSTICO EM ESCOLAS[1]

IKEDA, Cristina Yukari Kawakita (1); ONO, Rosaria (2); VITTORINO, Fulvio (3)

(1) IPT e FAUUSP, e-mail: cristinak@ipt.br; (2) FAUUSP, e-mail: rosaria@usp.br; (3) IPT, e-mail: fulviov@ipt.br

RESUMO

A aplicação de questionários é uma das formas de se avaliar a opinião dos usuários do espaço escolar quanto ao conforto acústico dos espaços que fazem uso. As pesquisas de Avaliação Pós-Ocupação que usam questionários como uma das ferramentas de análise da satisfação dos usuários geralmente não se debruçam sobre os aspectos da sua estrutura e acabam por se restringir à apresentação dos resultados obtidos. Este trabalho, parte de uma pesquisa de doutorado em andamento, busca por em discussão os critérios para a elaboração de perguntas para se avaliar diferentes aspectos do conforto acústico e como as escalas de respostas podem ser apresentadas à luz de normas e trabalhos científicos pertinentes, aplicados a um estudo piloto. Por meio deste estudo piloto, foi possível verificar a validade das premissas adotadas para a construção do questionário em relação ao que se queria avaliar, isto é, a qualidade acústica do ambiente escolar. O estudo piloto propiciou a oportunidade de verificar se as perguntas e as alternativas apresentadas estavam adequadas. Os espaços sobre os quais as perguntas são feitas sugerem um percurso da entrada no edifício até o lugar em que o aluno está sentado, fazendo referencia ao tempo de reverberação, ruído ambiental e ruído de equipamentos.

Palavras-chave: Questionários. Conforto acústico. Avaliação pós-ocupação.

ABSTRACT

The use of questionnaires is one way to assess the opinion of the school space users about the acoustic comfort of the spaces of which they make use of. Research on Post-Occupancy Evaluation using questionnaires as one of the analysis tools of user satisfaction is generally not concerned with the aspects of the structure and end up restricted to the presentation of results. This work, part of a doctoral research in progress, calls into question the discussion of the criteria for the preparation of questions to assess different aspects of acoustic comfort and how the scales of responses can be presented in the light of relevant standards and scientific papers, applied to a pilot study. Through this pilot study, it was possible to verify the validity of the assumptions made for the construction of the questionnaire in relation to what is wanted to be evaluated, that is, the acoustic quality of the school environment. The pilot study provided the opportunity to verify whether the questions and the alternatives presented were appropriate. The spaces on which the questions are asked suggest an entry route into the building to the place where the student is sitting, making reference to the reverberation time, background noise and equipment noise.

[1] IKEDA, Cristina Yukari Kawakita; ONO, Rosaria; VITTORINO, Fulvio. Elaboração de questionário como ferramenta auxiliar na avaliação do conforto acústico em escolas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Questionnaires. Acoustic comfort. Post-occupancy evaluation.*

1 INTRODUÇÃO

O questionário é uma ferramenta utilizada para reunir informações de um grande número de pessoas em um número limitado de tópicos nos quais as mesmas perguntas são feitas a todos, sendo resumidas estatisticamente para análise (ELLIS, 2014). Na Avaliação Pós-Ocupação, sua aplicação é uma forma de coletar dados sobre a opinião dos usuários quanto aos vários aspectos do uso e da ocupação do ambiente construído. Geralmente, quando há o uso de questionários, os artigos que apresentam os resultados das pesquisas dão um maior enfoque na análise das respostas do que nos fundamentos e no detalhamento da construção do questionário que levou aos resultados obtidos. O presente trabalho, parte de uma pesquisa de doutorado em andamento, busca por em discussão os critérios para a elaboração de perguntas para se avaliar diferentes aspectos do conforto acústico, tendo como base as normas ISO 28802 (2012), ISO 10551 (1995), ISO/TS 15666 (2003) e artigos científicos pertinentes.

2 METODOLOGIA

Inicialmente realizou-se uma revisão bibliográfica de trabalhos de avaliação pós-ocupação que tiveram o edifício escolar como objeto de estudo. Também foi feita uma revisão em trabalhos relacionados à construção de questionários.

Com base nas normas ISO 28802 (2012), ISO 10551 (1995) e no levantamento de questionários existentes, foi elaborado um questionário para a avaliação do ambiente escolar com enfoque na sensação de conforto acústico em salas de aula. O questionário foi pré-testado em dois grupos de alunos de pós-graduação.

Através do feedback recebido no pré-teste e à luz de artigos científicos relacionados ao uso de questionários em pesquisa, foi feita uma análise crítica a fim de discutir os critérios usados para a elaboração de perguntas, bem como para que aprimoramentos fossem feitos no questionário desenvolvido.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Questionários para a avaliação pós-ocupação em escolas costumam avaliar o conforto ambiental juntamente com outros do ambiente construído, como o questionário apresentado por Ornstein (1997), que aborda, também, a funcionalidade, a infraestrutura, a manutenção, aparência e segurança. O questionário de Ornstein e Ono (2005) também busca uma análise abrangente e aborda, além do conforto, a ergonomia, a acessibilidade e a segurança entre outros. Com esse mesmo caráter abrangente, é relevante citar-se os questionários de: Ferreira et al (2006), que aborda quesitos como acessibilidade, dimensões dos ambientes, conforto, localização e aparência; o questionário de Monteiro (2009), que aborda,

entre outros, a acessibilidade, manutenção e conforto; e o questionário de França (2011), que aborda a usabilidade, o conforto e a segurança do edifício escolar.
A maior parte dos questionários consiste de perguntas que já foram usadas anteriormente e de novas perguntas, isto é, mesmo partindo de um questionário existente há a necessidade de se adaptar ou inserir mais perguntas para as particularidades de cada pesquisa sejam abordadas. Quando se fizer o uso de perguntas já utilizadas em outra pesquisa deve-se tomar cuidado com o contexto em que elas foram feitas (BRADBURN et al, 2004).
Ressalta-se que não existe uma metodologia padrão para o projeto de questionários, mas sim recomendações de diversos autores com relação a essa etapa do processo de coleta de dados (MOYSÉS e MOORI, 2007).

3.1 Estrutura do questionário e sequencia das perguntas

Para minimizar dúvidas dos respondentes acerca da possibilidade de mau uso das informações, recomenda-se iniciar o questionário com uma introdução (HARRISON, 2007) em que seja apresentada a instituição de pesquisa e o objetivo da pesquisa.
ELLIS, (2013) também enfatiza que deve estar claro, para os respondentes, sobre o que é a pesquisa, quem a está financiando, que os dados serão coletados de forma anônima e que a participação é voluntária.
Os questionários devem ser concisos, pois questionários longos e monótonos tem maior probabilidade de não serem respondidos adequadamente (HARRISON, 2007), principalmente se o tema pesquisado não for, corriqueiramente, foco de atenção dos entrevistados. É sabido que a resposta a uma pergunta do questionário pode ser impactada pelas questões anteriores.
Para manter o interesse do respondente em continuar a fornecer informações, o questionário deve ter uma estrutura bem pensada para assegurar que todos os temas de interesse do pesquisador sejam tratados. Um princípio de estruturação do questionário é direcionar-se do mais geral para o mais específico (GÜNTER, 2003). Outro principio de organização do questionário é que as questões devem seguir uma ordem lógica (GÜNTER, 2003).
Para tornar o questionário acessível para diferentes grupos de pessoas, como por exemplo, as pessoas com baixa visão, recomenda-se o uso de fonte com tamanho mínimo de 12 pontos, não serifada (ELLIS, 2013).

3.2 Linguagem

A população-alvo da pesquisa deve compreender a linguagem usada no questionário, evitando-se o uso de abreviações, gírias, regionalismos e termos sofisticados (GÜNTER, 2003). O questionário deve ser entendido por todos que fazem parte da pesquisa, por este motivo o uso de termos técnicos e jargões deve ser evitado (HARRISON, 2007).

Instruções de preenchimento específicas para cada tipo de pergunta devem ser fornecidas (ELLIS, 2013) não devendo se assumir que uma mesma instrução seja aplicável a várias perguntas ou a grandes blocos de perguntas.

3.3 Tipos de perguntas

As perguntas abertas podem ser usadas para uma abordagem inicial, exploratória quando não se conhece a abrangência ou a variabilidade das respostas possíveis. Por outro lado, este tipo de pergunta, ao fim do questionário, serve para capturar as opiniões não cobertas pelas respostas com alternativas pré-definidas, denominadas aqui de "fechadas". No entanto, perguntas abertas, por exigirem um maior esforço do respondente, tem probabilidade de não serem respondidas (GÜNTER, 2003). Um outro ponto negativo sobre o uso de perguntas abertas é que elas demandam mais tempo na fase de análise de dados (OEA, 2006).

Como já citado, nas perguntas fechadas, o respondente deve escolher entre um número limitado de opções que são apresentadas a ele. A vantagem deste tipo de pergunta é que, se bem concebidas, asseguram que as questões sejam interpretadas da mesma forma (HARRISON, 2007). As perguntas fechadas permitem a aplicação direta de tratamentos estatísticos, eliminando a necessidade de classificação de respostas à posteriori (NOGUEIRA, 2002).

Um tipo específico de pergunta fechada são as perguntas dicotômicas que são questões com duas respostas possíveis. Outro tipo de pergunta são as perguntas com escala, isto é, as respostas são dadas na forma de uma escala contínua como frequência ou grau. Como recomendação, deve evitar-se o uso de muitos tipos de escalas diferentes (ELLIS, 2013).

Nas perguntas de hierarquia, os respondentes colocam as opções em ordem de importância. O problema deste tipo de pergunta é que as pessoas tem a tendência de escolher as opções no topo da lista (ELLIS, 2013).

3.4 Escalas de respostas

A vantagem de se trabalhar com escalas pré-definidas está na possibilidade de comparação dos resultados obtidos com os de outras pesquisas semelhantes. Nesse sentido, a adoção de escalas definidas em normas, como as apresentadas nas Normas ISO, além de permitirem a citada comparação em âmbito internacional, trazem o benefício de se estar trabalhando com escalas pré-testadas e validadas, também em âmbito internacional.

A ISO 10551 (1995) trabalha com 5 tipos de escalas para adoção em pesquisas de satisfação com relação ao conforto ambiental:

- perceptual;
- de preferência;
- afetiva (por exemplo, confortável);
- de aceitação (aceitável / não aceitável) e;
- de tolerância.

A ISO/TS 15666 (2003) também cita a escala de incomodidade (muito incômodo, incômodo, levemente incomodo e não incomodo). E a ISO 28802 (2012) faz menção às escalas dicotômicas de aceitabilidade (aceitável e/não aceitável) e de satisfação (satisfeito / não satisfeito).
A ISO 28802 (2012) também pede que sejam indicadas todas as fontes de ruído que podem ser ouvidas no momento.

4 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Questionários mais específicos sobre o desempenho acústico do ambiente escolar são escassos. Por meio de revisão da literatura, verificou-se se alguma pesquisa, com o mesmo foco, já fez uso de perguntas que passaram por testes e validações. O material mais pertinente encontrado foi o questionário do trabalho "*Design for educationally appropriate acoustic characteristics in open plan schools*" do "*The Charlton Smith Partnership*" (2005), utilizado como base na elaboração do questionário da presente pesquisa.

Ressalta-se que o tipo de questionário aqui tratado é aquele que será respondido autonomamente pelo respondente, ou seja, sem a presença de um entrevistador, que poderia tanto esclarecer dúvidas como introduzir vieses pessoais. O formulário do questionário elaborado inicia com uma introdução, na qual apresenta-se a instituição de pesquisa e o objetivo da pesquisa:

> "*Este questionário é parte de uma tese de doutorado em desenvolvimento junto à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. Queremos sua opinião sobre o edifício escolar e suas reações em relação a ele. Esta pesquisa NÃO é sobre os professores ou sobre as atividades realizadas na instituição.*
>
> *Seja sincero e responda sem perguntar aos seus colegas.*"

Procurou-se elaborar o questionário de forma que ele fosse o mais sucinto possível. Ele foi impresso em uma folha tamanho A4, frente e verso e continha 16 perguntas.

O questionário direcionou-se do mais geral para o mais específico. Este conceito levou à criação da questão abaixo, que, apesar de não tratar apenas do conforto acústico, visa direcionar a atenção do respondente ao conforto ambiental como um todo:

> *Circule as palavras que descrevem o prédio da instituição (considerando salas de aula, corredores, área de espera e estacionamento):*
>
a. Silencioso	*b. Quente*	*c. Sujo*	*d. Frio*
e. Espaçoso	*f. Visual agradável*	*g. Lotado*	
h. Barulhento	*i. Com luzes ofuscantes*		
j. Com odor desagradável			

Assim, em vez de se referir diretamente às questões de ruído, fez-se uma pergunta introdutória que também abordou outros aspectos do conforto e ergonomia. Esta pergunta possibilita verificar se o conforto acústico é um dos

temas aos quais o ocupante daquele espaço dá importância.

As questões mais específicas seguiram uma ordem lógica, como exemplificado a seguir:

> *"Em termos de ruído, você gostaria que o estacionamento fosse...*
>
> *Em termos de ruído, você gostaria que a área de espera fosse...*
>
> *Em termos de ruído, você gostaria que os corredores fossem...*
>
> *Em termos de ruído, você gostaria que o a sua sala de aula fosse...*
>
> *Em termos de ruído, você gostaria que a região próxima à mesa que você senta para assistir aula fosse..."*

Os espaços sobre os quais as perguntas são feitas sugerem um percurso da entrada no edifício a partir do seu entorno imediato, passando pelos corredores, chegando à sala de aula e mais, especificamente, ao lugar em que o aluno está sentado.

No questionário testado, utilizou-se fonte com tamanho mínimo de 12 pontos, não serifada para torná-lo acessível para diferentes grupos de pessoas, como por exemplo, as pessoas com baixa visão.

Na linguagem usada no questionário, evitou-se o uso de termos técnicos. Por exemplo, utilizou-se o termo "ecoa" em vez de "reverbera":

> *O som "ecoa" demasiadamente na sala de aula?* □ *sim* / □ *não*

Instruções de preenchimento específicas para cada tipo de pergunta foram fornecidas, como nos exemplos a seguir:

> *"Circule as palavras..."*;
>
> *"Caso tenha algum comentário..., favor usar o espaço abaixo:"*;
>
> *"...favor circular a sua resposta na escala a seguir"*

Foram utilizadas perguntas abertas, como a do exemplo a seguir:

> *"Caso tenha algum comentário em relação às questões de conforto acústico, favor usar o espaço abaixo para apresentá-lo."*

Também foram utilizadas perguntas fechadas, como no exemplo a seguir:

> *"Em termos de ruído, você gostaria que a sua sala de aula:*
>
> *a. Ficasse sem mudanças*
>
> *b. Fosse um pouco mais silenciosa*
>
> *c. Fosse mais silenciosa*
>
> *d. Fosse muito mais silenciosa"*

Adicionalmente, fez-se o uso de perguntas dicotômicas, como a do exemplo a seguir:

> *"Você conversa sobre o nível de ruído no interior do edifício com outros professores?* □ *sim* / □ *não"*

E também foram incluídas perguntas com escala, como a seguir:

"O ruído na sala de aula te impede de ouvir bem o professor?

a. Nunca / quase nunca

b. Algumas vezes

c. Muitas vezes

d. O tempo todo"

Evitou-se o uso de muitos tipos de escalas. Outras perguntas possuem o mesmo tipo de escala do exemplo anterior, como a seguir:

"O ruído na sala de aula impede que o professor ouça bem os alunos?"

Fez-se o uso de perguntas de hierarquia, exemplificado a seguir:

"Como professor, por favor, ordene de 1 a 10 os fatores relacionados à melhoria das condições de ensino (Coloque '1' para o que você considera mais importante e '10' para o que você considera menos importante):

Ar fresco / Boa ventilação _____

Baixo nível de ruído ambiental _____

Espaços privados/silenciosos (para pequenos grupos) nas proximidades das salas de aula _____

Facilidade de visualização dos alunos _____

Flexibilidade do espaço para diferentes arranjos didáticos _____

Luz natural _____

Muito espaço na parede para fixação de cartazes _____

Possibilidade de controlar a iluminação _____

Possibilidade de controlar a ventilação _____

Possuir áreas de atividades pedagógicas complementares ligadas às salas de aulas _____"

Trabalhou-se com tipos de escala da ISO 10551 (1995):

- perceptual, como nas alternativas:

a. Silencioso *b. Quente* *c. Sujo* *d. Frio*

e. Espaçoso *f. Visual agradável* *g. Lotado*

h. Barulhento *i. Com luzes ofuscantes*

j. Com odor desagradável

- de preferência, como nas alternativas:

a. Ficasse sem mudanças

b. Fosse um pouco mais silencioso

c. *Fosse mais silencioso*

d. *Fosse muito mais silencioso*

No questionário do estudo, como já são feitas perguntas sobre fontes específicas, como o ruído gerado por pessoas, aparelhos de ar-condicionado e veículos, foi incluída a pergunta a seguir:

"Há alguma outra fonte de ruído que te incomoda? □ sim / □ não. Cite qual."

4.1 Estudo piloto

O estudo piloto ou pré-teste tem objetivo de detectar falhas no questionário e corrigi-las antes da aplicação final para maximizar a taxa de respostas e minimizar a taxa de erros nas respostas (BURGESS, 2001). Assim, itens sobre os quais o pesquisador não tem certeza se devem estar no questionário podem ser avaliados no pré-teste. No pré-teste, também se avalia se o vocabulário é compatível com o nível educacional dos respondentes, verificando-se se a população-alvo está entendendo as perguntas (GÜNTER, 2003).

O estudo piloto fornece retorno tanto quanto ao design como conteúdo do questionário (ELLIS, 2013).

Figura 1 –Sala de aula avaliada



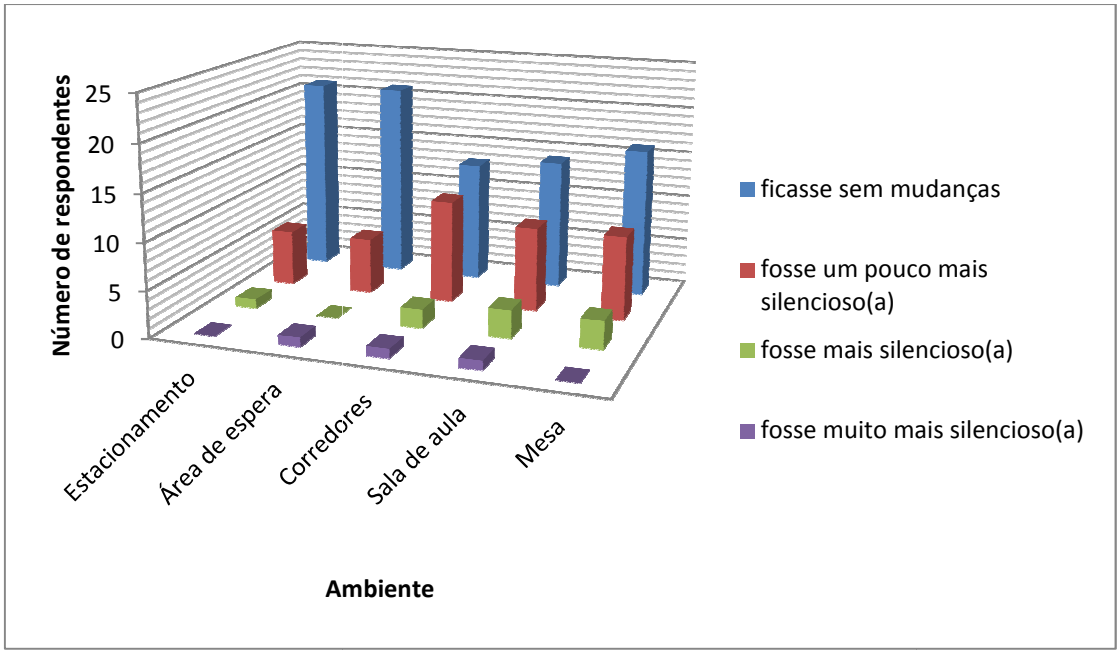
Foi realizado um pré-teste em 2 disciplinas de um curso de pós-graduação ministradas numa mesma sala de aula, totalizando 28 respondentes. A sala de aula, localizada no piso térreo, possui volume aproximado de 150 m³ com paredes, piso e teto compostos por materiais de pouca absorção sonora com exceção das cortinas e cadeiras. As janelas localizadas ao fundo da sala são basculantes e possuem gaxetas que permitem alta estanqueidade ao ar e, portanto, boa isolação sonora. Esta sala é climatizada e como as aulas ocorrem no período noturno, não há o problema de a radiação solar incidir diretamente sobre as pessoas. A sala possui sistema de iluminação artificial por lâmpadas fluorescentes, conforme Figura 1.

Com o estudo piloto, foi possível verificar que as alternativas (Silencioso, Quente, Sujo, Frio, Espaçoso, Visual agradável, Lotado, Barulhento, Com luzes ofuscantes, Com odor desagradável) não abarcavam todas as possibilidades, pois um dos respondentes manuscreveu a alternativa "Adequado" para avaliar o prédio da instituição. A existência de um espaço para preenchimento pelo respondente se faz necessária em questões como essa, tornando possível cobrir alternativas não previstas no grupo de respostas.

5 ANÁLISE DE DADOS

As respostas na avaliação do ruído nos ambientes frequentados pelos alunos concentraram-se nas alternativas "ficasse sem mudanças" e "fosse um pouco mais silencioso", conforme Figura 2. Uma vez que todos os respondentes estão submetidos às mesmas condições ambientais, como um todo, e em particular às acústicas, é esperado que, se as perguntas foram bem entendidas e as alternativas de resposta representam escalas adequadas, que a maior parte das respostas se concentrasse expressando o mesmo grau de satisfação. A distribuição de frequência das respostas da figura 2 mostra que isto ocorreu, ou seja, que houve entendimento da pergunta e da adequação da escala. Ressalta-se que a diferença entre o número de respostas favoráveis ("ficasse sem mudanças" e "fosse um pouco mais silencioso") é tão grande em relação às respostas desfavoráveis ("fosse mais silencioso" e "fosse muito mais silencioso") que não há necessidade de se aplicar testes estatísticos para se demonstrar matematicamente essa afirmação.

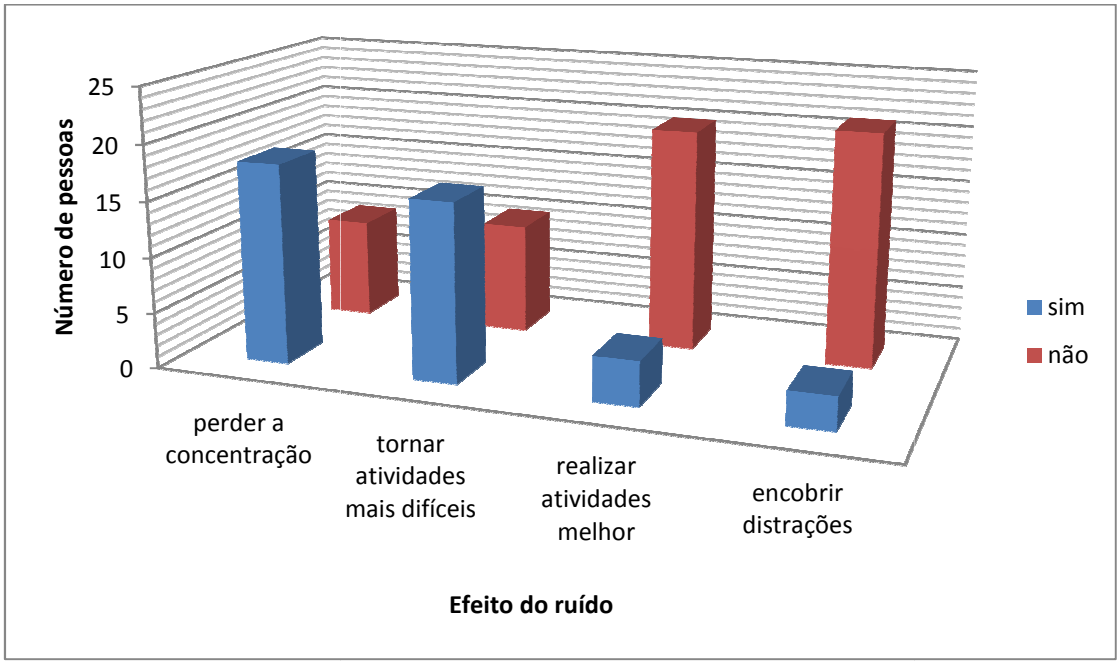
Figura 2 –Avaliação dos espaços escolares em termos de ruído



Destaca-se, também, que é razoável haver alguma diferença entre o nível de satisfação expresso por população com relação aos aspectos

relacionados ao conforto ambiental decorrentes das variabilidades inerentes ao ser humano.
As respostas mostraram, também, que os ambientes pesquisados têm desempenho satisfatório quanto ao ruído percebido.
Como pode ser observado na Figura 3, as respostas quanto ao efeito do ruído nos respondentes foram assinaladas como "perder a concentração" e "tornar as atividades mais difíceis" por mais de 60% dos respondentes. E para mais de 80% dos respondentes o ruído não torna realizar as atividades melhor e nem ajuda a encobrir as distrações. As respostas não mostraram discrepância em relação ao que era esperado quanto ao efeito do ruído nas pessoas, pois é concordante com os resultados de outras pesquisas sobre o assunto e, assim, também demonstram a adequação do instrumento de pesquisa.

Figura 3 – Efeito do ruído nos respondentes



Das respostas que tenderam à "insatisfação", isto é, respondentes que escolheram para algum dos ambientes da escola a alternativa "fosse mais silencioso" ou "fosse muito mais silencioso", o gênero, idade ou o tempo que frequentava a instituição não pareceu afetar os resultados, pois tanto homens como mulheres, dos 25 aos 51 anos, frequentando a escola de 6 a 18 meses fazem parte deste grupo de respondentes.

6 CONCLUSÕES

Por meio do estudo piloto, foi possível verificar a validade das premissas adotadas para a construção do questionário em relação ao que se queria avaliar, isto é, a qualidade acústica do ambiente escolar. O estudo piloto propiciou a oportunidade de verificar se as perguntas e as alternativas apresentadas estavam adequadas. Para algumas perguntas fechadas, por exemplo, o uso da alternativa "outros" com um espaço para a

especificação torna possível cobrir alternativas não previstas no grupo de respostas, como verificado no estudo piloto.

No pré-teste, as perguntas sobre assuntos mais pessoais ou delicados como os dados demográficos (idade, gênero, entre outras) eram os primeiros itens do questionário e através da análise crítica do levantamento bibliográfico verificou-se que estas questões ficam mais bem colocadas no final do questionário. Pois o ele deve ter as questões ordenadas de forma a encorajar o respondente a continuar respondendo.

Uma informação que deve estar clara logo no início do questionário é a de que os dados serão coletados de forma anônima e que a participação é voluntária. A proteção aos dados do respondente, a sigilosidade e a liberdade de escolha entre responder ou não, são premissas importantes em relação à ética em pesquisa.

REFERÊNCIAS

BURGESS, T.F. **A general introduction to the design of questionnaires for survey research**. Information Systems Services, Guide to the Design of Questionnaires. University of Leeds, 2001. Disponível em: < http://iss.leeds.ac.uk/downloads/top2.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2016.

BRADBURN, N.M. ; WANSINK, B.; SUDMAN, S. **Asking questions** : the definitive guide to questionnaire design—for market research, political polls, and social and health questionnaires. Rev. ed. San Francisco: John Wiley & Sons, 2004. 426p.

ELLIS, J. **Writing better questionnaires:** getting better data. Charities Evaluation Services. 2014. Disponível em: < http://www.ces-vol.org.uk/Resources/CharitiesEvaluationServices/Documents/Writing%20better%20questionnaires%20FINAL.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2016.

FRANÇA, A.J.G.L. **Ambientes contemporâneos para o ensino** - aprendizagem: Avaliação Pós-Ocupação aplicada a três edifícios escolares públicos situados na região metropolitana de São Paulo. 2011. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP.

GÜNTER, H. Como elaborar um questionário. **Série: Planejamento de Pesquisa nas Ciências Sociais**, Universidade de Brasília, Instituto de Psicologia, Laboratório de Psicologia Ambiental, n. 1, 2003. Disponível em: < http://www.ufsj.edu.br/portal2-repositorio/File/lapsam/Texto_11_-_Como_elaborar_um_questionario.pdf>. Acesso em: 17 fev. 2016.

HARRISON, C. **Tip sheet on question wording**. Program on Survey Research, Harvard University, 2007. Disponível em: < http://psr.iq.harvard.edu/files/psr/files/PSRQuestionnaireTipSheet_0.pdf?m=1357530492 >. Acesso em: 17 fev. 2016

ISO INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 28802** Ergonomics of the physical environment – Assessment of environments by means of an environmental survey involving physical measurements of the environment and subjective responses of people. Geneva, 2012.

_____. **ISO 10551** Ergonomics of the thermal environment — Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. Geneva, 1995.

_____. **ISO/TS 15666** Acoustics — Assessment of noise annoyance by means of social and socio-acoustic surveys. Geneva, 2003.

MONTEIRO, B.C. **Arquitetura escolar e qualidade ambiental:** Avaliação pós-ocupação em duas escolas de Volta Redonda – RJ Instituto Educacional Professor Manoel Marinho e Centro Integrado de Educação Wladir de Souza Telles. 2009. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, da UFRJ.

MOYSÉS, G.L.R.; MOORI, R.G. Coleta de dados para a pesquisa acadêmica: um estudo sobre a elaboração, a validação e a aplicação eletrônica de questionário. In: ENEGEP. 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Rio de Janeiro: ABEPRO, 2007. p. 1-10.

NOGUEIRA, R. **Elaboração e análise de questionários**: uma revisão da literatura básica e a aplicação dos conceitos a um caso real. UFRJ/COPPEAD, 2002. 26 p. Rio de Janeiro. ISSN 1518-3335. Disponível em: <http://www.coppead.ufrj.br/upload/publicacoes/350.pdf >. Acesso em: 17 fev. 2016.

OEA UW OFFICE OF EDUCATIONAL ASSESSMENT**. Tips for writing questionnaire items**. University of Washington. 2006. Disponível em: < https://catalyst.uw.edu/workspace/file/download/9810753f1dfd62ebe857c6ff6442077c63cdbba0f4bc667278907280ce418fed >. Acesso em: 17 fev. 2016.

ORNSTEIN, S.W. Postoccupancy evaluation performed in elementary and high schools of Greater Sao Paulo, Brazil: the occupants and the quality of the school environment. **Environment and Behavior**, 29.2 (1997): 236+. Academic OneFile. Web.

ORNSTEIN, S.W.; ONO, R. Avaliação pós-ocupação (APO) do conforto ambiental de escolas: Comparação entre ferramentas qualitativas e quantitativas. In: ENCAC-ELACAC. 2005, Maceió. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005. p. 1387-1396.

FERREIRA, C.S.C.; SANTOS, C.M.L.; MARQUES, F.M.; AZEVEDO, G.A.N.; CASTRO, I.S.; BECK, L.M. Avaliação pós-ocupação em ambiente destinado à educação infantil: uma abordagem multimétodos. In: ENTAC. 2006, Florianópolis. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2006. p. 1124-1133.

THE CHARLTON SMITH PARTNERSHIP**. Design for Educationally Appropriate Acoustic Characteristics in Open Plan Schools**. 2005. Disponível em: <http://www.gov.scot/Resource/Doc/920/0020505.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS HABITACIONAIS MULTIFAMILIARES EM BRASÍLIA: O CASO DO SETOR NOROESTE[1]

JAPIASSÚ, Pammila (1); GUIMARÃES, Mariana Emídio (2); SPOSTO, Rosa Maria (3); AMORIM, Cláudia Naves David (4)

(1) IFG, e-mail: pammilajapiassu@gmail.com; (2) PPG FAU UnB, e-mail: mari.guim@gmail.com; (3) PECC UnB, e-mail: rmsposto@unb.br; (4) PPG FAU UnB, e-mail: clamorim@unb.br

RESUMO

A recente obrigatoriedade de atendimento aos requisitos e critérios de desempenho em edificações habitacionais de acordo com NBR 15575 (ABNT, 2013) provocou mudanças no mercado de construção brasileiro. Quanto ao desempenho térmico, vários aspectos foram problematizados pela comunidade científica em relação aos procedimentos de avaliação. Este estudo tem como objetivo avaliar o desempenho térmico de edificações habitacionais multifamiliares em Brasília. No intuito de avaliar a influência da orientação solar no desempenho térmico, foram escolhidas duas edificações habitacionais multifamiliares (A e B) de mesmo projeto arquitetônico em diferentes implantações no Setor Noroeste. A avaliação de desempenho térmico teve como referência a NBR 15575 (ABNT, 2013) e utilizou tanto o procedimento simplificado, como a simulação computacional pelo programa DesignBuilder versão v4.7.0.027. Foram simulados cinco cenários sendo quatro para o verão e um para o inverno. Notou-se que as edificações ora aprovadas no procedimento simplificado apresentaram reprovação quando analisados os cenários sob o método de simulação computacional. Houve variação da aprovação nos critérios utilizando o método de simulação computacional conforme a orientação solar da edificação. Observou-se pouca influência da variação da taxa de ventilação para a redução de temperatura, já o oposto ocorreu com a condição de sombreamento das aberturas.

Palavras-chave: NBR 15.575. Desempenho térmico. Habitação multifamiliar. Simulação computacional. Brasília.

ABSTRACT

The recent obligatoriness to meet the requirements and performance criteria for residential buildings according to NBR 15575 (ABNT, 2013) caused changes in the brazilian construction market. Regarding thermal performance, various aspects were problematized by the scientific community in relation to assessment procedures. This study aimed to evaluate the thermal performance of multifamily residential buildings in Brasilia. In order to evaluate the influence of solar orientation in thermal performance, have been chosen two multifamily residential buildings (A and B) of the same architectural design in different implantations in the Northwest Sector. The evaluation of thermal performance had reference to NBR 15575 (ABNT, 2013) and both use the simplified procedure and the computacional simulation by the

[1] JAPIASSÚ, Pammila; GUIMARÃES, Mariana; SPOSTO, Rosa Maria; AMORIM, Cláudia Naves David. Avaliação de desempenho térmico de edifícios habitacionais multifamiliares em Brasília: o caso do setor Noroeste. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

software DesignBuilder version v4.7.0.027. Have been simulated five scenery four for the summer and one for winter. It was noted that the buildings hereby approved under the simplified procedure showed disapproval when analyzed scenarios in the computacional simulation method. There was a variation of the approval of the criteria using the computacional simulation method according to the solar orientation of the building. It was observed little influence of the variation of the ventilation rate for the temperature reduction, since the opposite occurred with shadowing condition openings.

***Keywords**: NBR 15.575. Thermal performance. Multifamily residential buildings. Computacional simulation. Brasília.*

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a publicação da primeira norma de desempenho para edificações habitacionais no Brasil, a NBR 15575 (ABNT, 2013), trouxe a discussão sobre o atendimento das edificações habitacionais aos requisitos mínimos de desempenho, bem como se os procedimentos, requisitos e critérios propostos pela normativa para avaliação de desempenho eram consistentes. Apesar dessa norma ser recente, ela é resultado de várias décadas de discussões de instituições brasileiras sobre a avaliação de desempenho em edificações no país, desde os primeiros documentos elaborados pelo IPT na década de 1980 voltados para avaliação de desempenho de habitações de interesse social. Publicada na sua primeira versão em 2008, a norma passou por revisões em 2010, 2012, 2013 e, por fim, entrou em vigor em 19/07/2013. Em sua primeira versão, a norma aplicava-se a edificações habitacionais de até 5 pavimentos, sendo alterada na última versão para edificações habitacionais sem limitação de número de pavimentos.

Bonin (2015) retrata que a norma NBR 15575 (ABNT, 2013) em conjunto com o Sistema Nacional de Avaliação Técnica – SINAT, em 2007, provocaram mudanças no cenário tecnológico do mercado de construções no Brasil, induzindo a melhoria contínua de qualidade das edificações e estabelecendo um referencial para a inovação e sustentabilidade nas construções. No entanto, a cultura da comunidade técnica não se apropriou dos conteúdos e objetivos de ambos a tempo, sendo possível a existência de lacunas de conhecimento a serem preenchidas em próximas revisões (BONIN, 2015). Quanto à avalição de desempenho térmico, vários autores identificaram pontos críticos em relação aos procedimentos de avaliação propostos pela norma e observaram a necessidade de aperfeiçoamento desses procedimentos de avaliação.

Um dos aspectos pontuados sobre a avaliação de desempenho térmico, por exemplo, é sobre os requisitos de ventilação natural. Apesar da norma estabelecer áreas mínimas de abertura para ventilação natural, essas somente devem ser atendidas quando não houver legislação local que estabeleça critérios de ventilação natural. De acordo com Chvatal e Roriz (2015, p. 44), a determinação de áreas mínimas pode ser insuficiente, uma vez que outros fatores podem influenciar "(...) como as condições de vento no local e a orientação das aberturas de entrada e saída em relação ao vento predominante".

Outro aspecto problemático é a inconsistência dos resultados obtidos pelos diferentes métodos de avaliação de desempenho térmico da norma. No trabalho de Sorgato *et al.* (2014), os resultados obtidos pelos procedimentos simplificado e simulação não apresentaram similaridade ou mesma ordem de grandeza. Chvatal e Roriz (2015, p. 45) ressaltam que "o procedimento simplificado da ABNT NBR 15575 considera somente a envoltória opaca e requisitos mínimos para as aberturas, o que pode ser insuficiente para definir o desempenho da edificação". Quanto ao procedimento de simulação computacional, Sorgato *et al.* (2014) destacam que alguns parâmetros que exercem influência no desempenho térmico, tais como, as cargas térmicas, as condições de contato com o solo e a ventilação natural não são contemplados no procedimento de simulação. Outro ponto apresentado por Sorgato *et al.* (2014, p. 85) é "a falta de algumas informações como o tipo de céu e a data do dia típico de projeto são parâmetros importantes para calcular a irradiação solar a que a edificação está exposta (...)".

Diante do exposto, este artigo se propôs a avaliar o desempenho térmico de edificações residenciais multifamiliares típicas em Brasília no setor Noroeste conforme os critérios e requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013). O setor Noroeste foi escolhido por ser concebido como bairro sustentável visando à certificação LEED-ND (*Neighborhood*) e suas edificações habitacionais de alto padrão são associadas à ideia de construções sustentáveis. Foram escolhidas edificações de mesmo projeto arquitetônico em diferentes implantações para análise da influência da orientação solar no desempenho térmico da unidade habitacional.

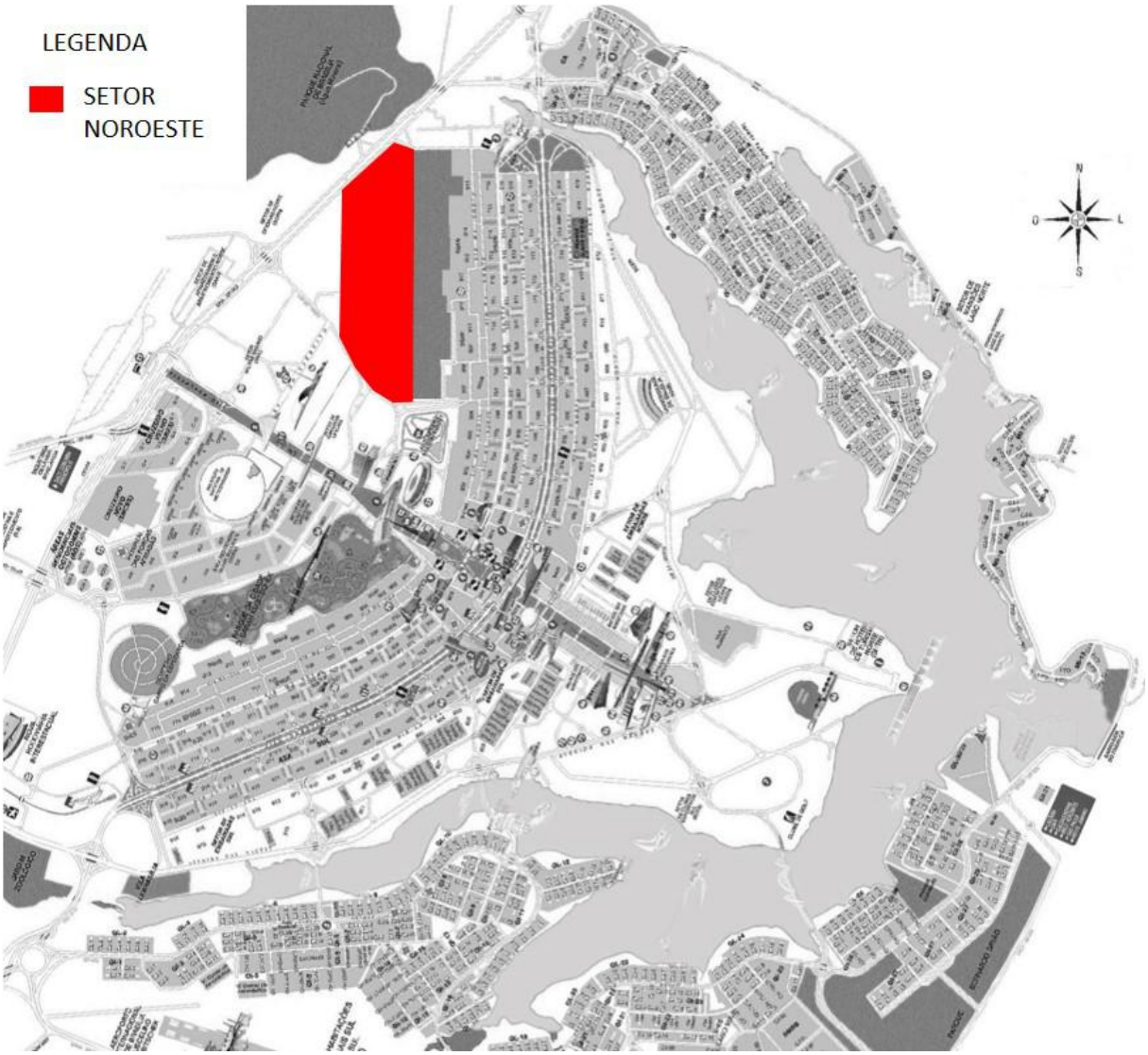
2 AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO

Para realização da avaliação de desempenho térmico das edificações estudadas, a pesquisa seguiu os critérios e requisitos da NBR 15575 (ABNT, 2013), que indica os procedimentos simplificado, simulação computacional e medição. O procedimento de medição em edificações ou protótipos construtivos é opcional e de caráter apenas informativo, não pode substituir os demais métodos. O método de simulação computacional somente é obrigatório, caso a avaliação de desempenho térmico não tenha sido satisfatória pelo procedimento simplificado. Neste estudo foi realizado tanto procedimento simplificado, como o método de simulação computacional da referida norma para melhor avaliar os objetivos propostos.

Foram escolhidas como estudo de caso duas edificações habitacionais multifamiliares de mesmo projeto arquitetônico em diferentes implantações no Setor Noroeste. Esse setor faz parte da proposta de ocupação e expansão de Brasília do plano-piloto de Lúcio Costa de 1987, conforme Figura 1. De acordo com Costa (1987), a área denominada como Oeste Norte, atual setor Noroeste, foi concebido como bairro para a classe média de uso misto (habitação e comércio), cujas edificações habitacionais previstas configuravam-se como multifamiliares com pilotis e seis pavimentos. Visando estabelecer as estratégias de sustentabilidade para o setor Noroeste, a Terracap estabeleceu um "Manual Verde Plano de Gestão

Ambiental de Implantação- Setor Habitacional Noroeste" (GDF, 2009). Nesse documento são apresentados os itens, baseados nos critérios LEED-ND (*Neighborhood*) versão Piloto, os quais deveriam ser seguidos para que, posteriormente, o setor pudesse obter a certificação.

Figura 1 – Localização do Setor Noroeste conforme proposta de adensamento e expansão urbana do plano-piloto por Lúcio Costa



Fonte: As autoras

Para este estudo, foram escolhidas duas edificações que representassem os padrões construtivos das edificações do Setor Noroeste. A localização e a orientação solar de implantação das duas edificações de habitação multifamiliar estudadas, denominadas de edifício A e B, podem ser observadas na Figura 2. O edifício A possui orientação Leste/Oeste e o edifício B possui orientação Norte/Sul. Na Figura 3 são ilustrados os dois edifícios.

Figura 2 – Localização das edificações no Setor Noroeste



Fonte: adaptado de *Googlemaps* (2015)

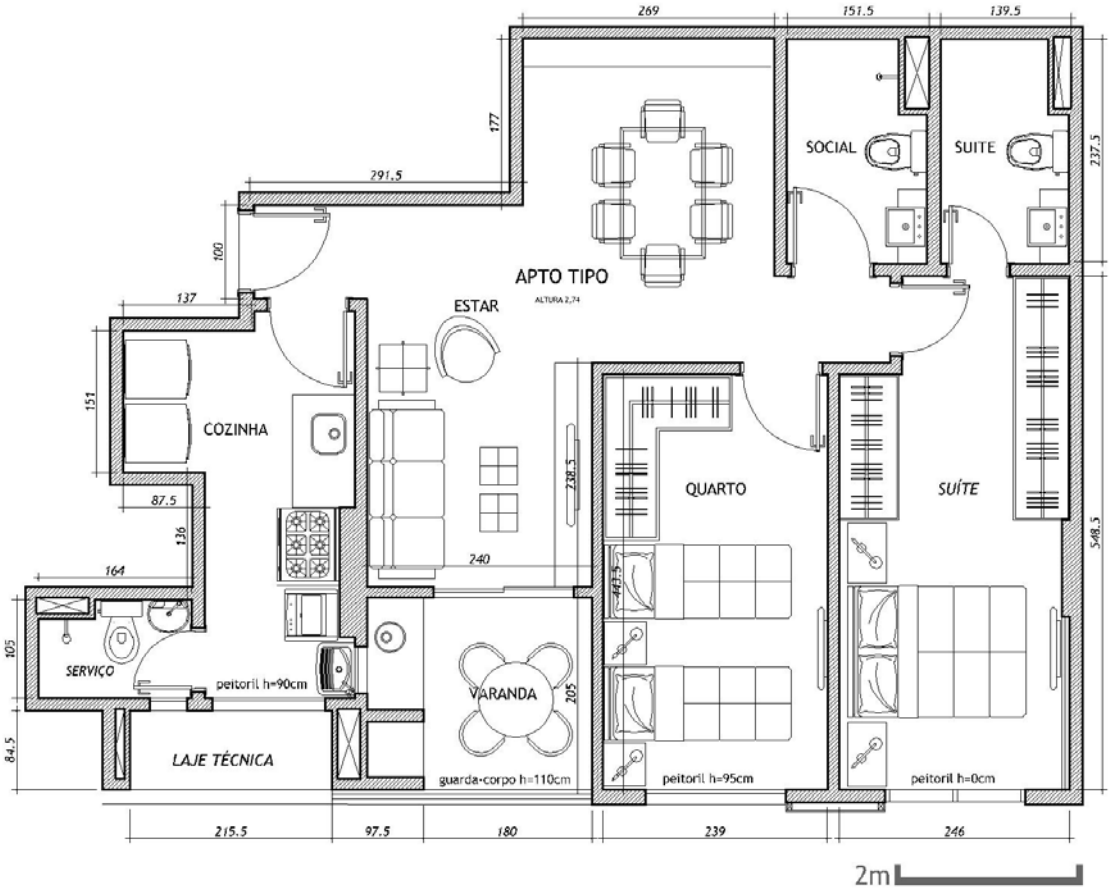
Figura 3 – Edifício A à esquerda e edifício B à direita



Fonte: As autoras

Cada edificação possui uma área total de construção de 13.278,67 m² e são constituídas por 10 pavimentos, sendo: dois subsolos de garagem; um pavimento térreo com halls de entrada, salão de festas, copa, brinquedoteca, cômodos dos funcionários, sala de segurança, lixeira; seis pavimentos tipo; um pavimento de cobertura formada por parte residencial e parte lazer/área comum (casa de máquinas/barrilete, caixa d'água superior e cobertura propriamente dita). A circulação vertical dos blocos é formada por quatro escadas e oito elevadores. Cada edifício possui 96 unidades autônomas privativas, cuja planta padrão é ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Planta da unidade habitacional padrão



Fonte: adaptado de Manual do Proprietário

As edificações possuem sistema estrutural em concreto armado, vedação em alvenaria de bloco cerâmico e esquadrias da fachada em alumínio anodizado. Ao analisar as fachadas das edificações estudadas, foi possível identificar três padrões distintos de elementos construtivos que foram considerados para a avaliação de desempenho térmico, que são:

- Padrão 1: parede de espessura de 16 cm com revestimento de acabamento externo em pastilha e interior em placa cerâmica;
- Padrão 2: parede de espessura de 15,5 cm com revestimento de acabamento externo em pastilha e interior em pintura; e
- Padrão 3: parede de espessura de 23,5 cm com revestimento de acabamento externo em granito e interior em pintura.

As propriedades térmicas de cada componente que compõem essas paredes, bem com os resultados obtidos de resistência térmica, conforme NBR 15220 (2005), são apresentados nas Tabela 1, Tabela 2 e Tabela 3.

Tabela 1 – Propriedades térmicas da parede Padrão 1.

Componente/ Material (cm)	**Espessura (m)**	**Referências**	**Densidade de massa aparente (r) -(Kg/m³)**	**Condutividade térmica (λ) - (W/(m.K))**	**Calor específico (c) – KJ/(Kg.K))**	**Resistência térmica da camada - (m2.K)/W**
Pastilha cerâmica 5x5 cm Atlas areia	0,006	*DesignBuilder - ceramic, glazed*	2500,00	1,40	0,84	0,00
Argamassa colante	0,005	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,00
Reboco paulista	0,025	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,02
Bloco cerâmico 9x19x29 cm	0,090	NBR 15220 (2005) - tijolos e cerâmicas de barro	1600,00	0,90	0,92	0,10
Reboco paulista	0,025	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,02
Argamassa colante	0,005	NBR 15220 (2005)	2000,00	1,15	1,00	0,00
Cerâmica 34X59 cm, bege	0,008	*DesignBuilder - ceramic, glazed*	2500,00	1,40	0,84	0,01

Tabela 2 – Propriedades térmicas da parede Padrão2

Componente/ Material (cm)	**Espessura (m)**	**Referências**	**Densidade de massa aparente (r)- (Kg/m³)**	**Condutividade térmica (λ) - (W/(m.K))**	**Calor específico (c) - (KJ/(Kg.K))**	**Resistência térmica da camada - (m2.K)/W**
Pastilha cerâmica 5x5 cm, areia	0,006	*DesignBuilder - ceramic, glazed*	2500,00	1,40	0,84	0,00
Argamassa colante	0,005	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,00
Reboco paulista	0,025	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,02
Bloco cerâmico 9x19x29cm	0,090	NBR 15220 (2005) - tijolos e cerâmicas de barro	1600,00	0,90	0,92	0,10
Reboco paulista	0,025	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,02
Tinta Acrílica Fosca Branco Neve	Massa e espessura desprezível					

Tabela 3 – Propriedades térmicas da parede Padrão 3

Componente/ Material (cm)	**Espessura (m)**	**Referências**	**Densidade de massa aparente (r)- (Kg/m³)**	**Condutividade térmica (λ) - (W/(m.K))**	**Calor específico (c) - (KJ/(Kg.K))**	**Resistência térmica da camada - (m2.K)/W**
Granito branco siena	0,020	*DesignBuilder – granite*	2600,00	2,80	1,00	0,01
Camada de ar	0,070	NBR 15220 (2005)	0,00	0,00	0,00	0,17
Reboco paulista	0,025	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,02
Bloco cerâmico 9x19x29 cm	0,090	NBR 15220 (2005) - tijolos e cerâmicas de barro	1600,00	0,90	0,92	0,10
Reboco paulista	0,025	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,02
Tinta Acrilica Fosca Branco Neve	Massa e espessura desprezível					

A cobertura da unidade habitacional é composta por sete componentes: o piso, a argamassa colante, a camada de impermeabilização, o contrapiso, a laje maciça, a camada de ar e o forro. As propriedades térmicas de cada componente e os resultados de resistência térmica obtidos para a cobertura são apresentados na Tabela 4.

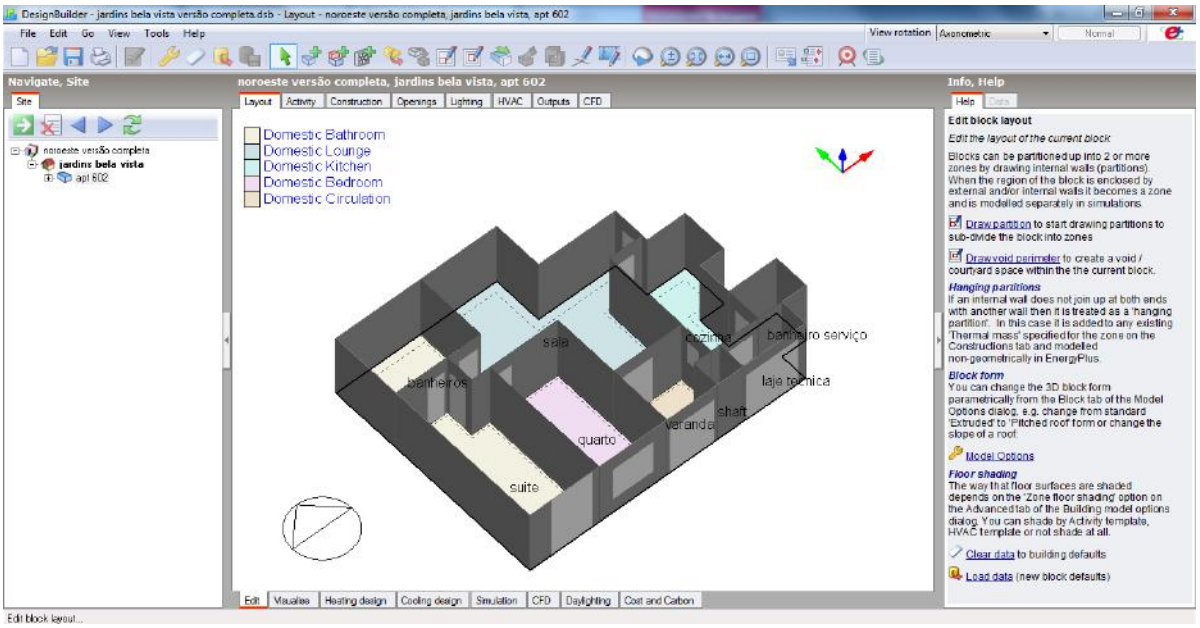
Tabela 4 – Propriedades térmicas da cobertura

Componente/ Material (cm)	**Espessura (m)**	**Referências**	**Densidade de massa aparente (r)- (Kg/m³)**	**Condutividade térmica (λ) - (W/(m.K))**	**Calor específico (c) - (KJ/(Kg.K))**	**Resistência térmica da camada - (m2.K)/W**
Porcelanato esmaltado ravena noce, 26 x 106 cm	0,080	*DesignBuilder - ceramic, porcelain*	2300,00	1,30	0,84	0,06
Argamassa colante	0,005	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,00
Impermeabilização - manta asfáltica	0,040	NBR 15220 (2005) – asfalto	2300,00	1,15	0,92	0,03
Contrapiso	0,030	NBR 15220 (2005) - argamassa comum	2000,00	1,15	1,00	0,03
Laje maciça	0,150	NBR 15220 (2005) - concreto normal	2400,00	1,75	1,00	0,09
Camada de ar	0,200	NBR 15220 (2005)	0,00	0,00	0,00	0,21
Gesso acartonado	0,020	NBR 15220 (2005) - placa de gesso	1000,00	0,35	0,84	0,06

Para a simulação computacional foi utilizado o programa *DesignBuilder* versão v4.7.0.027, conforme ilustrado na Figura 5. Foram utilizados, com base no programa, os dados climáticos BRA_BRASILIA_IWEC. Quanto aos dias típicos, a norma não estabelece uma data específica e não apresenta informações necessárias para a configuração dos arquivos climáticos utilizados na simulação computacional. Conforme também identificado por Sorgato, Melo e Lamberts (2014, p.18) "a Tabela A.2 e a Tabela A.3 da NBR-15575-1 não apresentam informações referentes à data, a velocidade e direção dos ventos e o tipo de céu para simular um dia de projeto". Assim, o dia típicos de verão de 07 de setembro e de inverno de 26 de julho foram escolhidos por apresentarem características climáticas mais críticas de acordo com a semana típica de verão e inverno determinada pelo *DesignBuilder*.

De acordo com os critérios da NBR 15575 (2013), para o verão foram selecionados os apartamentos 602 do edifício "A", denominado A- oeste, e 6016 do edifício "B", denominado B- norte, já para o inverno foram simulados os apartamentos 6019 do edifício "A", denominado A- leste, e 603 do edifício "B", denominado B- sul.

Figura 5 – Modelagem de uma Unidade habitacional padrão no programa *DesignBuilder*



Fonte: As autoras

Foram simulados quatro cenários para verão e um para inverno variando as configurações de ventilação e de sombreamento das aberturas. Nos cenários foram simulados os ambientes de permanência prolongada (sala e dormitórios) e não foi considerada a presença de fontes internas de calor. Não foi considerado o possível sombreamento entre os edifícios A e B, devido a sua proximidade e a posição entre si, pois a norma NBR 15.575 (2013) não considera a influência do entorno no desempenho térmico da envoltória da edificação. Seguem a descrição dos cenários analisados:

- Cenário 1: simulação de verão, em condição padrão de ventilação (1ren/h), sem sombreamento (exposta);
- Cenário 2: simulação de verão, em condição ventilada (5ren/h), sem sombreamento (exposta);
- Cenário 3: simulação de verão, em condição padrão de ventilação (1ren/h), com sombreamento (protegida ao menos 50%);
- Cenário 4: simulação de verão, em condição ventilada (5ren/h), com sombreamento (fachada protegida ao menos 50%); e
- Cenário 5: simulação de inverno, em condição padrão de ventilação (1ren/h), sem sombreamento (exposta).

3 ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

A seguir, são apresentados os resultados de avaliação de desempenho térmico tanto pelo procedimento simplificado, como pela simulação computacional.

3.1 Procedimento simplificado

Após a obtenção dos resultados de resistência térmica de cada componente, foram calculados, conforme NBR 15220 (2005), a resistência térmica de ambiente a ambiente (RT), a transmitância térmica (U), a absortância à radiação solar da superfície externa (α) e a capacidade térmica (CT) das paredes externas. Para a cobertura foram avaliadas essas mesmas propriedades térmicas das paredes, com exceção da capacidade térmica. Os resultados da avaliação das paredes externas e coberturas são apresentados na Tabela 5.

Tabela 5 – Resultados da avaliação das paredes externas e coberturas

Elementos construtivos	Resistência térmica de superfície a superfície (Rt) -(m2.K)/W	Resistência térmica de ambiente a ambiente (RT) - (m2.K)/W	Transmitância térmica (U) - W/(m2.K)	Absortância à radiação solar da superfície externa da parede - *DesignBuilder* - (α)	Capacidade térmica (CT) - KJ/(am2.K)
Parede Padrão 1	0,16	0,33	3,01	0,60	281,88
Parede Padrão 2	0,15	0,32	3,10	0,60	255,08
Parede Padrão 3	0,32	0,49	2,04	0,60	284,48
Cobertura	0,48	0,69	1,45	0,40	

Observa-se que as paredes externas atendem aos critérios estabelecidos pela NBR 15575 (2013) para os critérios de transmitância térmica (Zona 4 - Para α≤ 0,6 a U≤ 3,7) e capacidade térmica (Zona 4 - CT≥130). A cobertura também atende aos critérios de transmitância térmica (Zona 4 - Para α≤ 0,6 a U≤ 2,3) estabelecidos pela normativa.

Os resultados da avaliação das aberturas para ventilação são apresentados na Tabela 6. Observa-se que todos os ambientes analisados da unidade habitacional atendem a porcentagem de área de abertura de efetiva ventilação mínima em relação ao piso do ambiente (A) estabelecida pela NBR 15575 (2013) de A ≥ 7%. Portanto, de acordo com os critérios da norma, a unidade habitacional apresenta aberturas nas fachadas com dimensões adequadas para proporcionar a ventilação interna dos ambientes.

Tabela 6 – Resultados da avaliação das aberturas para ventilação

Ambientes de permanência prolongada	Área de piso (AP) - m2	Área efetiva de ventilação (AA)	Abertura para ventilação (A) -%	Zona 4 - Aberturas médias - Mínimo A≥7%
Sala	20,23	1,58	7,79	ok
Cozinha	7,60	0,72	9,47	ok
Quarto	10,64	0,90	8,46	ok
Suíte	12,62	0,90	7,13	ok

3.2 Método de simulação computacional

Nos Cenários 1 e 2, os ambientes que não atenderam aos requisitos de desempenho térmico para o verão tanto para a taxa de ventilação 1ren/h, quanto para a de 5ren/h, foram o quarto e suíte do edifício A, conforme resultados apresentados nas Tabela 7 e Tabela 8.

Tabela 7 – Resultados da simulação Cenário 1 (verão, sem sombreamento, 1ren/h)

Unidade Habitacional	A – oeste			B - norte		
Ambiente	quarto	sala	Suíte	quarto	sala	suíte
Temperatura máxima interna	27,66	25,88	29,05	27,06	26,38	27,18
Temperatura externa	27,55	27,55	28,25	27,55	27,55	28,25
Avaliação	Rep.	Apr.	Rep.	Apr.	Apr.	Apr.

Apr. = Aprovado (Ti max ≤ Te max)
Rep. = Reprovado (Ti max > Te max)

Tabela 8 – Resultados da simulação Cenário 2 (verão, sem sombreamento, 5ren/h)

Unidade Habitacional	A – oeste			B - norte		
Ambiente	quarto	sala	Suíte	quarto	sala	suíte
Temperatura máxima interna	27,65	25,84	29,05	27,05	26,35	27,17
Temperatura externa	27,55	27,55	28,25	27,55	27,55	28,25
Avaliação	Rep.	Apr.	Rep.	Apr.	Apr.	Apr.

Apr. = Aprovado (Ti max ≤ Te max)
Rep. = Reprovado (Ti max > Te max)

Nos Cenários 3 e 4, com a condição das aberturas sombreadas, a suíte do edifício A foi o único ambiente que apresentou reprovação quanto aos requisitos de desempenho térmico para o verão tanto para a taxa de ventilação 1ren/h, quanto para a de 5ren/h, conforme resultados apresentados na Tabela 9 e Tabela 10.

Tabela 9 – Resultados da simulação Cenário 3 (verão, com sombreamento, 1ren/h)

Unidade Habitacional	**A – oeste**			**B - norte**		
Ambiente	**quarto**	**sala**	**Suíte**	**quarto**	**sala**	**suíte**
Temperatura máxima interna	27,26	25,21	29,29	26,46	25,96	26,71
Temperatura externa	27,55	27,55	28,90	28,90	27,55	28,90
Avaliação	Apr.	Apr.	Rep.	Apr.	Apr.	Apr.

Apr. = Aprovado (Ti max ≤ Te max)
Rep. = Reprovado (Ti max > Te max)

Tabela 10 – Resultados da simulação Cenário 4 (verão, com sombreamento, 5ren/h)

Unidade Habitacional	**A – oeste**			**B - norte**		
Ambiente	**quarto**	**sala**	**Suíte**	**quarto**	**sala**	**suíte**
Temperatura máxima interna	27,24	25,18	29,29	26,45	25,93	26,71
Temperatura externa	27,55	27,55	28,90	28,90	27,55	28,90
Avaliação	Apr.	Apr.	Rep.	Apr.	Apr.	Apr.

Apr. = Aprovado (Ti max ≤ Te max)
Rep. = Reprovado (Ti max > Te max)

Na Figura 6 é apresentada a variação de temperatura ao longo do dia da suíte nos cenários de verão do edifício A, já a Figura 7 é apresentada essa análise nos cenários de verão do edifício B. Observa-se que tanto para o edifício A, como para o edifício B nos cenários de verão houve pouca influência da variação da taxa de ventilação de 1ren/h para 5ren/h na redução de temperatura do ambiente, já foi possível observar uma redução de temperatura ao considerar a condição de sombreamento das aberturas ao longo do dia (cenários 3 e 4). Ressalta-se na Figura 6 e na Figura 7 a ocorrência da sobreposição entre as curvas dos cenários 1 e 2, bem como entre as dos cenários 3 e 4 denotam um comportamento térmico similar entre esses cenários.

Figura 6 – Variação de temperatura por hora do dia da suíte A-oeste nos cenários de verão

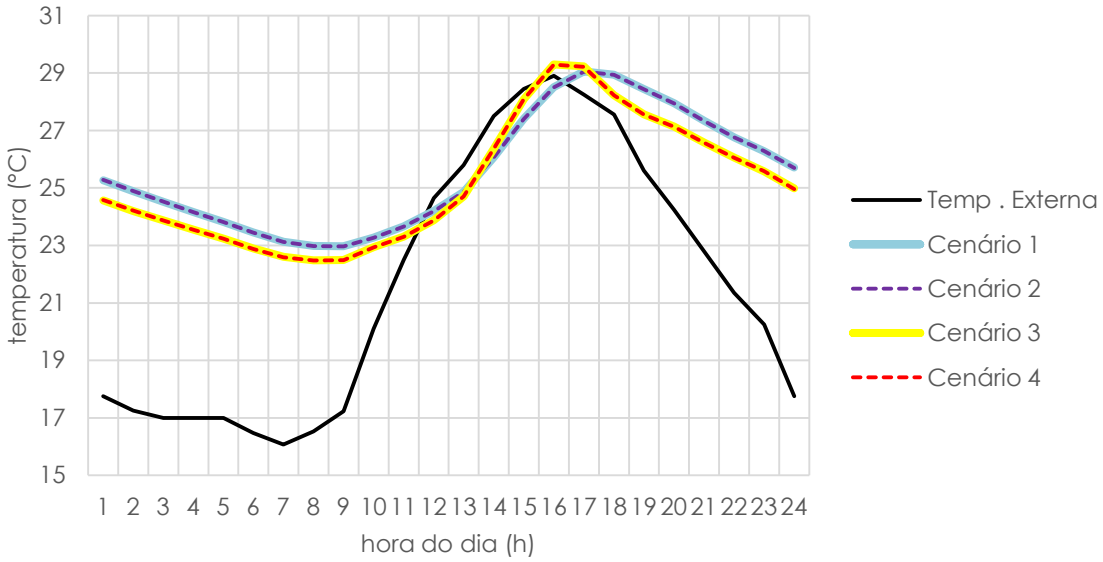
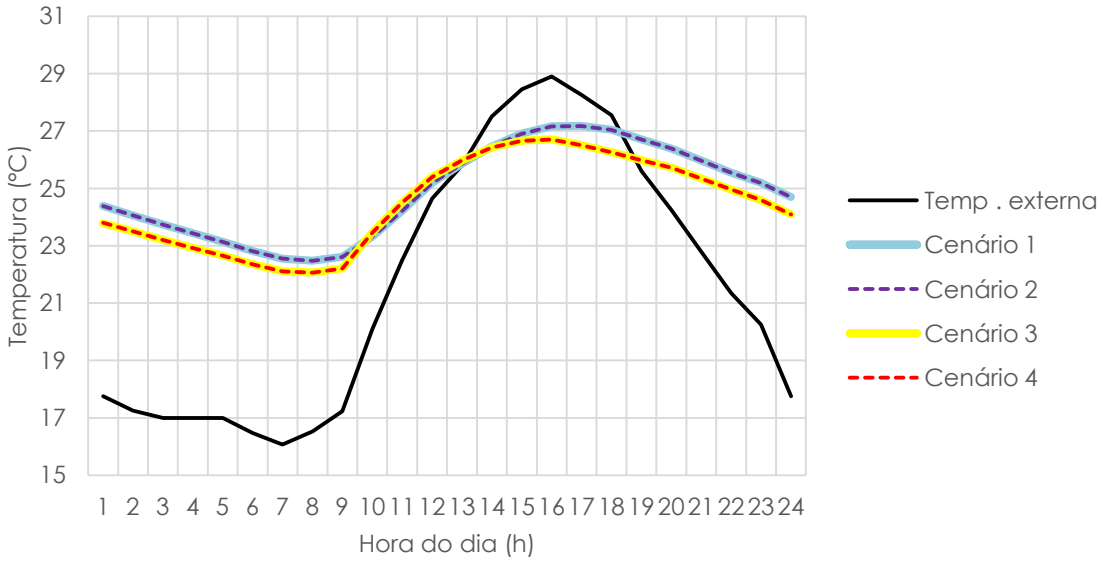
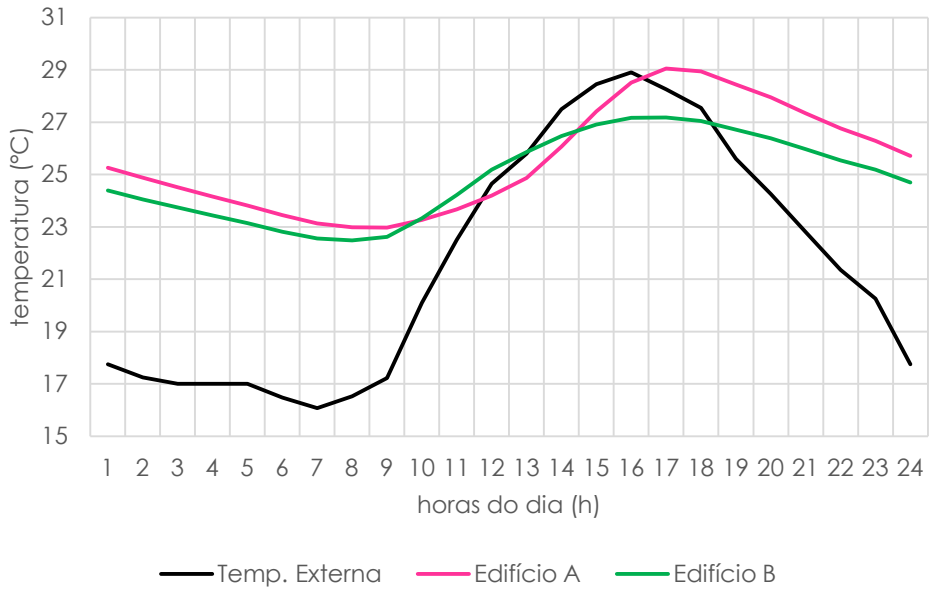


Figura 7 – Variação de temperatura por hora do dia da suíte B - norte nos cenários de verão



Na Figura 8 é apresentada a variação de temperatura ao longo do dia da suíte dos dois edifícios no Cenário 1. Nota-se que a suíte do apartamento do edifício A correspondente à fachada oeste apresenta temperaturas internas superiores às da suíte do edifício B, exposta à fachada norte, chegando a diferença de 1,88°C.

Figura 8 – Variação de temperatura por horas do dia da suíte no Cenário 1 (verão, sem sombreamento, 1ren/h)



Na simulação do Cenário 5 todos os ambientes dos apartamentos analisados do edifício A e B foram aprovados quanto aos requisitos de desempenho térmico para o inverno, conforme resultados apresentados na Tabela 11.

Tabela 11 – Resultados da simulação Cenário 5 (inverno, sem sombreamento, 1ren/h)

Unidade Habitacional	**A-leste**			**B-sul**		
Ambiente	**quarto**	**sala**	**suíte**	**quarto**	**sala**	**suíte**
Temperatura mínima interna	19,37	19,70	18,00	18,81	19,67	17,79
Temperatura externa	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85	10,85
Avaliação	Apr.	Apr.	Apr.	Apr.	Apr.	Apr.

Apr. = Aprovado (Ti min ≥ Te min + 3°C)
Rep. = Reprovado (Ti min < Te min + 3°C)

O desempenho térmico insatisfatório apenas da suíte do Edifício A em todos os cenários de verão e a aprovação dos resultados da suíte do edifício B nesses cenários demostram a influência de diferentes implantações na avaliação de desempenho térmico do edifício. A reprovação da suíte do edifício A mesmo no Cenário 4 de verão, cujas diretrizes de simulação são mais brandas, poder estar associado a esquadria tipo pele de vidro de piso ao teto e estar exposta à radiação solar incidente na fachada oeste.

Ressalta-se ainda que essa reprovação no procedimento de simulação computacional e a correspondente aprovação pelo método simplificado demonstra a falta de similaridade e inconsistência entre os resultados dos dois métodos previstos na norma, como também já observado no trabalho de Sorgato *et al.* (2014). O desempenho obtido pelo método simplicado não

pode ser superior ao desempenho obtido pelo método de simulação, "caso contrário, pode ser aprovado um projeto que não apresente o desempenho mínimo necessário" (CHVATAL, 2014, p. 120).

O método simplificado avalia apenas a envoltória opaca e como as edificações habitacionais analisadas apresentam parcela considerável de sua fachada composta por fechamentos transparentes, observa-se que, no caso analisado, esse método não conseguiu avaliar com eficácia o comportamento térmico do edifício. No caso de habitações de interesses social, como apresentado por Chvatal (2014), a envoltória opaca é um elemento de grande impacto, mas a NBR 15.575 abrange diversas tipos de habitações com características distintas. Diante dessa problemática do método, uma possível solução "seria limitar o procedimento simplificado a habitações com características padrão, ou incluir nele outros parâmetros-chave que influenciam o desempenho, de modo que ele se torne mais completo" Chvatal (2014, p.129).

4 CONCLUSÕES

A partir da avalição de desempenho térmico, foi observado que ambos os edifícios seriam aprovados nos requisitos do procedimento simplificado, não sendo necessário segundo a norma o estudo do método de simulação computacional, porém nesta segunda análise o edifício A, exposto a fachada oeste, seria reprovado. Apesar de se propor a identificar de forma rápida a adequação dos componentes construtivos em determinadas condições ambientais, o procedimento simplificado mostrou-se limitado ao avaliar padrões habitacionais onde a proporção de fechamentos transparentes é representativa.

Além de não considerar a avaliação dos fechamentos transparentes, esquadrias e panos de vidro, uma vez que considera apenas a transmitância e capacidade térmica dos fechamentos opacos (vedações e coberturas) em sua avaliação, o procedimento simplificado ainda não considera a proporção de cada elemento avaliado em relação à envoltória. Assim, não se pode avaliar a representatividade daquele elemento, bem como sua influência no desempenho térmico. O procedimento também não considera a implantação do edifício e a orientação solar das unidades habitacionais.

Diferentemente do procedimento simplificado, o método de simulação possibilitou avaliar a influência tanto das propriedades térmicas dos materiais e suas proporções na composição da envoltória, quanto da incidência solar sobre as mesmas em virtude da rotação dos edifícios. A análise dos cenários simulados demonstrou que há variação da aprovação nos critérios estipulados na norma conforme orientação da edificação e que a condição de sombreamento influenciou mais a redução da temperatura do ambiente do que o aumento da taxa de renovação de ar.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), ao Programa Institucional de Incentivo à Participação em Eventos Científicos e Tecnológicos para Servidores do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Goiás (PIPECT/IFG) e à Fundação de Apoio à Pesquisa do Distrito Federal (FAP-DF) pelo apoio financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1. Edifícios habitacionais - Desempenho.** Rio de Janeiro, 2013.

_____. NBR 15220. **Desempenho térmico de edificações.** Rio de Janeiro, 2005

BONIN, Luis Carlos. **Prefácio**. In: FABRÍCIO, Márcio Minto; ONO, Rosaria (Orgs.). Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: manutenção e percepção dos usuários. Porto Alegre: ANTAC, 2015. ISBN 978-85-89478-42-7.

CHVATAL, K. M. S. Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 119-134, out./dez. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

CHVATAL, Karin M. S.; RORIZ, Victor F. **Avaliação do desempenho térmico de habitações segundo a ABNT NBR 15575**. In: FABRÍCIO, Márcio Minto; ONO, Rosaria (Orgs.). Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras: manutenção e percepção dos usuários. Porto Alegre: ANTAC, 2015. ISBN 978-85-89478-42-7.

COSTA, Lucio. **Brasília Revisitada**. Anexo I do Decreto nº 10.829/1987 – GDF e da Portaria nº 314/1992 – Iphan. Brasília, 1987.

GDF – Governo do Distrito Federal. Secretaria de Estado de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Manual Verde Plano de Gestão Ambiental de Implantação- Setor Habitacional Noroeste**. Brasília: Terracap, 2009.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. Análise do método de simulação de desempenho térmico da norma NBR 15.575. **Paranoá**, Brasília, no 12, p. 13-22, 2014.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. Análise do procedimento de simulação da NBR 15575 Para avaliação do desempenho térmico de edificações residenciais. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 14, n. 4, p. 83-101, out./dez. 2014. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MOBILIÁRIO URBANO NO ESPAÇO PÚBLICO DE COMUNIDADES DO PAC- URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS: O caso PAC-Anglo, Pelotas, RS[1]

KERKHOFF, Hélen Vanessa (1); GUIMARÃES, Elisa (2); BRAGA, Natalia (3); CUMERLATO, Vitória (4); MEDVEDOVSKI, Nirce (5)

(1) PROGRAU/UFPEL, e-mail: helenvkerkhoff@hotmail.com; (2) PROGRAU/UFPEL, e-mail: elisaguima@gmail.com; (3) FAURB/UFPEL, e-mail: nataliatsbraga@gmail.com; (4) PROGRAU/UFPEL, e-mail: vitoriacumerlato@gmail.com; (5) PROGRAU/UFPEL, e-mail: nirce.sul@gmail.com

RESUMO

Frente à retomada, após 2009, da produção massiva de construção de Habitações de Interesse Social (HIS) através do Programa Aceleração do Crescimento (PAC), este trabalho coloca em discussão o tema da inserção do mobiliário urbano nessas áreas. As ruas são consideradas espaços públicos importantes nesses lugares, pois configuram-se como espaços de sociabilidade destas comunidades. Este trabalho adotou como estudo de caso a comunidade residente no PAC – Anglo, localizada na cidade de Pelotas, Rio Grande do Sul. O objetivo da pesquisa é conceder subsídios embasados nas evidencias do uso cotidiano que ofereçam suporte para futuros projetos de mobiliário urbano adequado às necessidades dos usuários. Busca-se também, avaliar como os moradores estão utilizando os espaços das ruas e praça, identificando o mobiliário que os moradores ocupam e investigando quais são os locais mais utilizados segundo o gênero, faixa etária e estações do ano. Assim, aplicou-se multimétodos: levantamento documental, físico e fotográfico e a observação do comportamento através do registro em Mapa Comportamental. Constatou-se que o espaço público da região do PAC – Anglo é intensamente utilizado, principalmente pelas crianças, porém com carência de mobiliário urbano público, com a própria comunidade provendo o mobiliário que necessita.

Palavras-chave: Mobiliário Urbano. Habitação de Interesse Social. Espaço Público.

ABSTRACT

Due to the return of massive production of building social housing after 2009, through the Increase Acceleration Program (HIS), this research questions the inclusion of the urban furniture theme in these areas. The streets regarded as important public spaces in these areas, because are configured as sociability areas of these communities. This research adopted the resident community in PAC – Anglo as case study, located in the old port area of the Pelotas, Rio Grande do Sul. The research objective is to provide theoretical subsidies to support furniture projects about street furniture tailored to users' needs. Also aims evaluate how the residents are using the streets spaces and the square, identifying the furniture that residents use on these spaces and investigating which sites are more attended according to

[1] KERKHOFF, Hélen Vanessa; GUIMARÃES, Elisa Santos; BRAGA, Natalia Toralles dos Santos; CUMERLATO, Vitória Borges da Fonseca; MEDVEDOVSKI, Nirce Saffer. Mobiliário urbano no espaço público de comunidades do PAC- Urbanização de Assentamentos Precários: o caso PAC-Anglo, Pelotas, RS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

gender, age and seasons of the year. Therefore, was used multimethod: lifting documental, physical and photographic and a record Behavioural Map. The results shows that the public space of the PAC - Anglo region is intensively used, largely by children, but with lack of public urban furniture, making the community itself arrange the furniture they need.

***Keywords**: Urban furniture. Social housing. Public space.*

1 INTRODUÇÃO

A presente pesquisa trata do espaço público das Habitações de Interesse Social (HIS) e da inserção de mobiliário urbano nessas áreas. Entende-se que, para compreender o desempenho do espaço público, é fundamental conhecer de que forma os moradores e os usuários desses locais se apropriam e utilizam esse espaço. Ferrari (2011) salienta que as ruas são espaços públicos importantes nessas áreas de habitação social, pois configuram-se como espaços de sociabilidade dos moradores, cabendo a verificação de como essas áreas são utilizadas e a existência de adaptações feitas pela comunidade.

Os elementos que complementam e qualificam os espaços urbanos favorecem o desenvolvimento das práticas sociais e estabelecem a vida comunitária (CASTELLO, 2008). Um dos elementos que beneficiam esse desenvolvimento público social é o mobiliário urbano, que surge como resultado das necessidades da população e, quando situado nas zonas residenciais, proporciona um maior convívio entre as unidades e a vizinhança (ALMEIDA e WEBER, 1983). Segundo a NBR 9050:2004 da ABNT, é considerado mobiliário urbano "todos os objetos, elementos e pequenas construções integrantes da paisagem urbana, de natureza utilitária ou não, implantados mediante autorização do poder público em espaços públicos e privados".

Neste contexto, cabe enfatizar que esta pesquisa utilizará o conceito de mobiliário urbano formado por Montenegro (2005, p. 29) o qual define o termo como "artefato relacionado ao conforto e à comodidade dos usuários, principalmente dos pedestres". O autor afirma ainda que o mobiliário valoriza o uso do espaço público por meio do desempenho de funções específicas e atendimento das necessidades dos usuários. Baseado nesse conceito o foco principal do trabalho está vinculado à maneira como esses usuários ocupam os espaços públicos de transição entre a habitação, as ruas e a praça.

1.1 Objetivos

O objetivo principal deste trabalho é disponibilizar evidências que ofereçam suporte para futuros projetos de mobiliário urbano vinculado às necessidades dos usuários.

Tem como objetivos específicos: (a) avaliar como os moradores utilizam os espaços das ruas e da praça; (b) investigar as atividades realizadas pelos usuários e o mobiliário utilizado pelos moradores nesse espaço; (c) analisar

quais os locais são mais utilizados conforme a classificação feita segundo gênero, faixa etária e estações do ano.

1.2 Justificativa

No Brasil convivemos com um déficit histórico de habitações com qualidade e localização adequada voltada para os setores de baixa renda. Este fato, combinado com a carência de políticas públicas que tenham como objetivo ampliar o acesso à terra urbanizada e à moradia, levaram um contingente expressivo da população brasileira a viver em assentamentos precários marcados pela inadequação de suas habitações e pela irregularidade no acesso à terra. O efeito produzido sobre a forma das cidades brasileiras foi uma paisagem dividida: a cidade formal, legal e urbanizada, e a cidade informal, ilegal e desprovida de infraestrutura (MEDVEDOVSKI; MOURA, 2007, p. 6). Essa carência de infraestrutura se dá nos serviços básicos de saneamento, de pavimentação, de arborização e se estende para o mobiliário urbano e para a sinalização. Por isso, entende-se que o estudo sobre a presença e sobre o uso de mobiliário urbano nas regiões de HIS possa ampliar a integração entre a comunidade acadêmica e a sociedade na identificação de problemas e na busca de soluções para esse contexto urbano.

Esta investigação é relevante na medida em que contribui para o conhecimento da realidade sobre os espaços públicos de HIS, possibilitando identificar características que contribuam de maneira significativa no uso dos espaços públicos e na satisfação do usuário, pois, o ambiente urbano pode ser considerado parte integrante e influente nas relações entre as pessoas (AGUIAR e NETTO, 2012).

Esta pesquisa poderá ser apropriada pelo poder público, com o objetivo de maior aproximação em relação às necessidades quanto aos espaços públicos da comunidade e à realidade local vivenciada pelos moradores, e auxiliar projetos futuros referentes à melhor localização para implementação de mobiliário urbano na área do loteamento Anglo, situado na cidade de Pelotas.

2 MÉTODOS E TÉCNICAS

A pesquisa é conduzida a partir de um estudo de caso representativo da cidade informal: o loteamento Anglo. Trata-se de uma área que passa por um processo de requalificação urbana com recursos do PAC – Programa de Aceleração do Crescimento. Mesmo recebendo recursos para infraestrutura urbana e para pavimentação, essa região ainda passa por uma situação de carência de mobiliário urbano. A Figura 1 apresenta uma imagem aérea da área trabalhada.

Figura 1 – Vista aérea da região Anglo, estudo de caso



Fonte: Adaptado do Google Maps (2016)

Os métodos e técnicas utilizados na pesquisa em questão são: 1) levantamento bibliográfico; 2) levantamento documental; 3) Mapa Comportamental - registro das atividades realizadas pelos usuários; 4) levantamento físico - análise do mobiliário urbano existente e do uso do espaço público no PAC – Anglo; 5) levantamento fotográfico- utilizado para auxiliar nas observações do levantamento físico e do mapa comportamental.

O processo de mapa comportamental, compreendido na primeira etapa do estudo, consiste em um importante instrumento de registro do comportamento dos usuários em relação ao espaço público. Para a aplicação do mapa comportamental, foram necessários: (a) a divisão da região em 7 fluxos, para facilitar o encaminhamento da pesquisa, além da análise e da compreensão dos dados obtidos; (b) a indicação dos horários de início e fim do fluxo em questão; (c) o registro das pessoas, conforme sexo e idade, localização e atividades exercidas no momento do levantamento; (d) a criação de legendas para a leitura posterior dos mapas; (e) a indicação do mobiliário urbano existente. Foram selecionados cinco dias da semana para a aplicação dos mapas comportamentais de cada estação do ano, conforme exemplo de anotações na Figura 02. Vale salientar que o registro referente à idade foi baseado na classificação de Thiel (1997, p. 323), onde o mesmo divide as faixas etárias do seguinte modo: 0 à 5 anos – Bebês; 5 à 13 anos- Crianças; 13 à 18 anos- Adolescentes; 18 à 30- Adultos Jovens; 30 à 65- Adultos; e acima de 65- Idosos.

Para a análise de cada estação foram somados todos os usuários e equipamentos presentes nos fluxos observados. A Figura 2, abaixo, representa um exemplo de aplicação do método de mapa

comportamental realizado no estudo de caso.

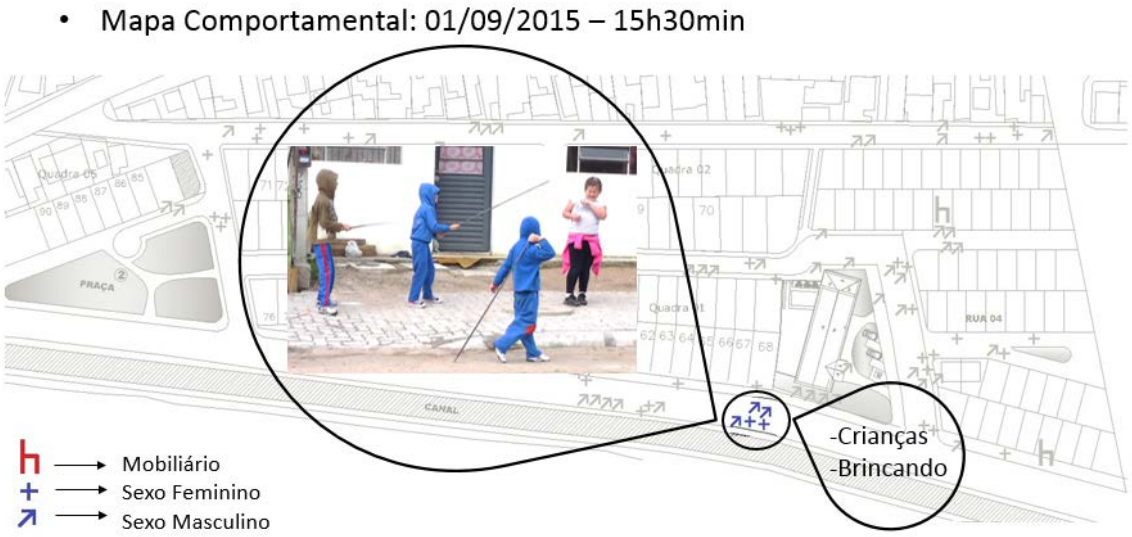
Figura 2 – Mapa comportamental, fluxo 5. Estação do ano: verão. Exemplo de aplicação do método.



Fonte: Acervo Autoras (2016)

Segundo Marans e Ahrentzen (1987), as investigações baseadas na análise de informações coletadas de uma só fonte costumam ser falhas, gerando conclusões duvidosas. Foi adotada na pesquisa, a técnica do registro fotográfico de forma complementar a aplicação dos mapas, conforme está retratada na Figura 03, a seguir:

Figura 3 – Exemplo de registro fotográfico para o Mapa Comportamental



Fonte: Acervo Autoras (2015)

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

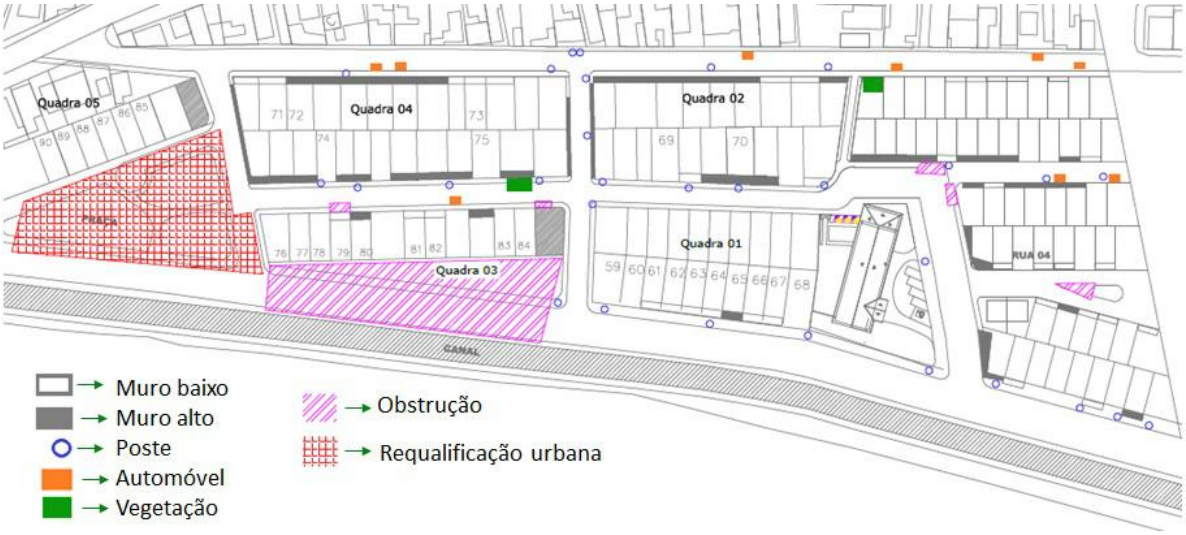
Após análise referente à metodologia aplicada no estudo de caso, foi possível reunir informações pertencentes às atividades realizadas pelos usuários e ao mobiliário utilizado pelos moradores nesse espaço. Pode-se também identificar qual o local de maior fluxo na comunidade conforme a classificação feita segundo gênero, faixa etária e estações do ano, identificando nesses espaços a existência, ou não, de mobiliário urbano.

Para melhor compreender a análise feita através de mapas comportamentais, essa seção será dividida em subseções. Torna-se importante ressaltar que os mapas comportamentais referentes às estações de inverno e de primavera aconteceram no ano de 2015 e os mapas comportamentais das estações de verão e outono, aconteceram no ano de 2016. Salienta-se que os cinco mapas da estação de inverno aconteceram antes da implementação da praça, já os demais, foram registrados após a implementação da mesma.

3.1 Mapeamento físico e divisão de fluxos

Nesta subseção será apresentado o mapeamento físico do estudo de caso, (PAC-Anglo), e a forma de divisão de fluxos para aplicação do mapa comportamental, devido a facilitar a observação dos Pesquisadores. Portanto, primeiramente foi produzido um mapeamento físico do local estudado (Figura 04), este mapeamento aconteceu no dia primeiro de setembro de 2015, por este motivo a praça está representada com a legenda de "requalificação urbana", pois a mesma só foi requalificada e apresentada para a comunidade no final de novembro deste mesmo ano.

Figura 4 – Mapeamento Físico do estudo de caso

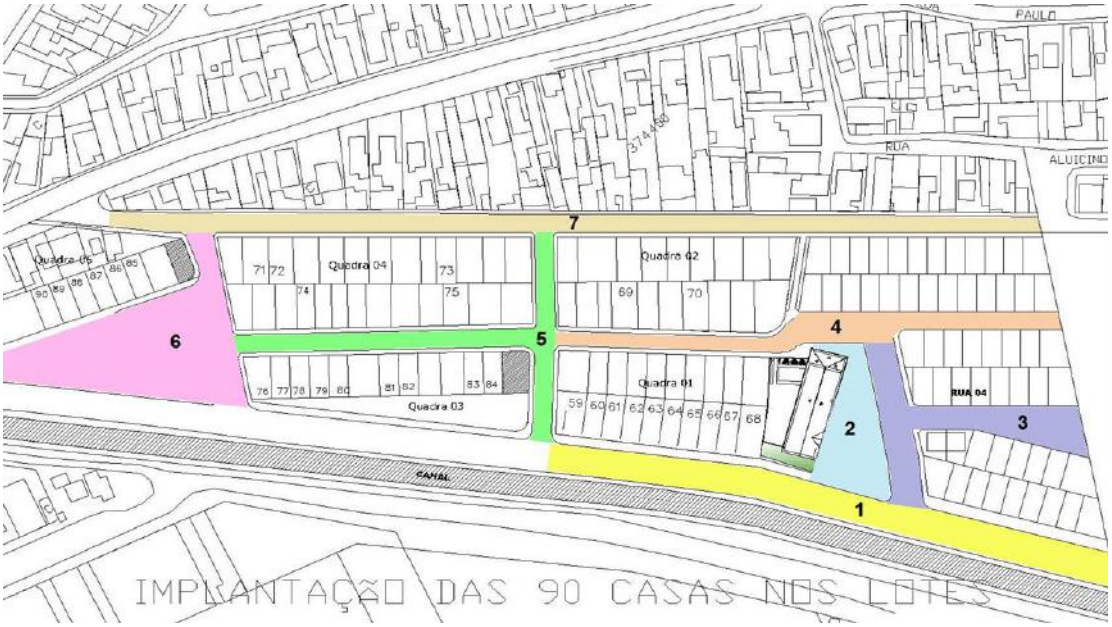


Fonte: Acervo Autoras (2015)

Pode-se perceber através do mapeamento físico que não existe legenda para mobiliário urbano, pois o mesmo na época do mapeamento era inexistente.

Em seguida, foram identificadas no estudo de caso, sete vias, regiões onde foram observados e divididos os fluxos, técnica utilizada para facilitar as anotações de horários de inicio e fim de cada fluxo e para auxiliar na análise referente às ruas e à praça. Destaca-se que a determinação dos fluxos não foi pensada na sua divisão baseado nas ruas principais e secundarias, mas sim, na facilidade que cada fluxo traria a respeito da observação dos usuários (Figura 05). Este fato dificultou a análise posterior, pois não levou em conta a hierarquia e as funções de conexões destas ruas.

Figura 5 – Fluxos do estudo de caso

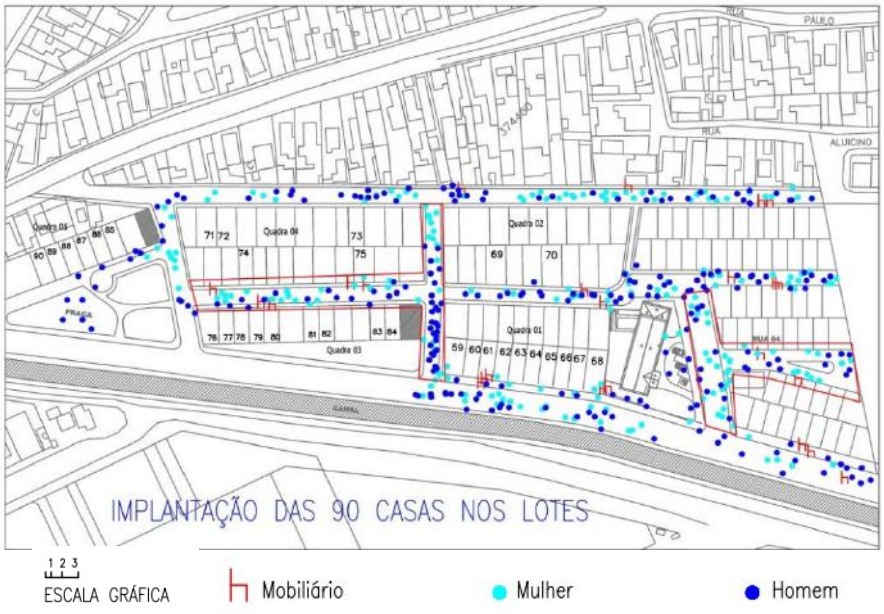


Fonte: Acervo Autoras (2015)

3.2 Fluxos conforme estações do ano/faixa etária/gênero

Segundo análise feita, os fluxos que apresentam maior número de usuário no inverno são os fluxos 3 e 5 (os mesmos estão sublinhados em vermelho), sendo que quando separados por gênero, homens e mulheres apresentam maior concentração no fluxo 5.

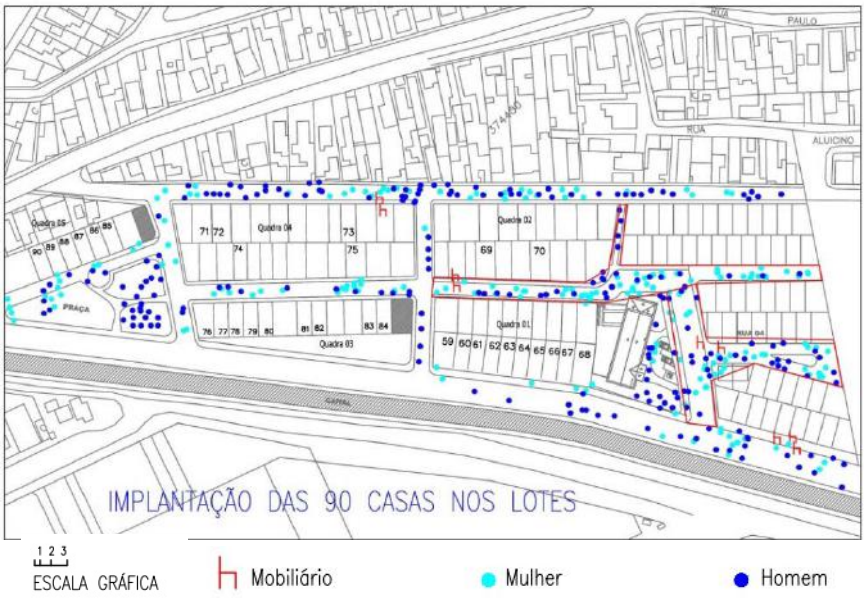
Figura 6 – Estação do ano: Inverno



Fonte: Acervo Autoras (2016)

Na primavera, os fluxos 3 e 4 são os que possuem maior concentração de moradores (conforme Figura 7), separados por gênero, homens utilizam em maior número o fluxo 2 e 6 e as mulheres o 3 e o 4.

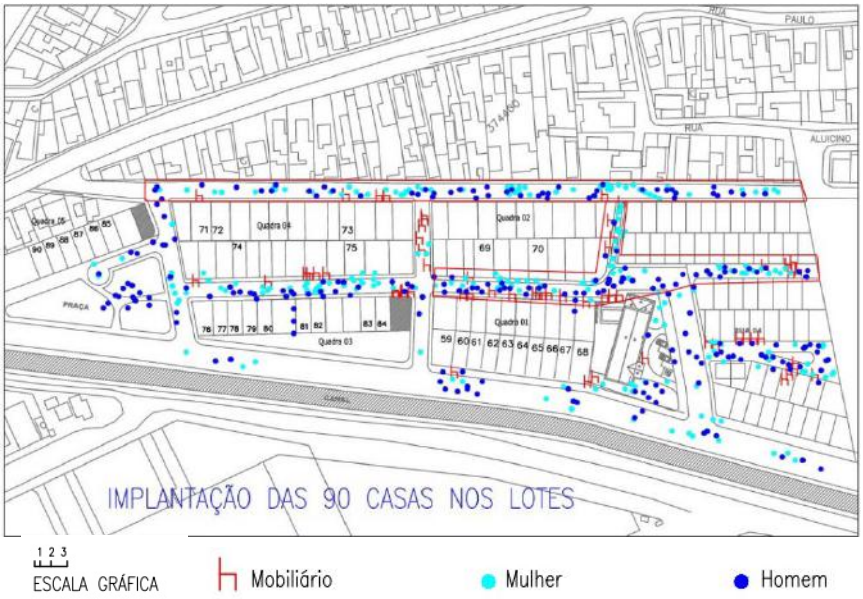
Figura 7 – Estação do ano: Primavera



Fonte: Acervo Autoras (2016)

Na estação do verão, os fluxos 4 e 7 foram os que mais tiveram usuários de ambos os sexos. Sendo que, nesta estação do ano, a praça já havia sido entregue a comunidade e mesmo assim, não foi o fluxo com maior número de usuários. Pode-se entender que por uma razão de adaptação, os moradores ainda não estavam usando com frequência a praça.

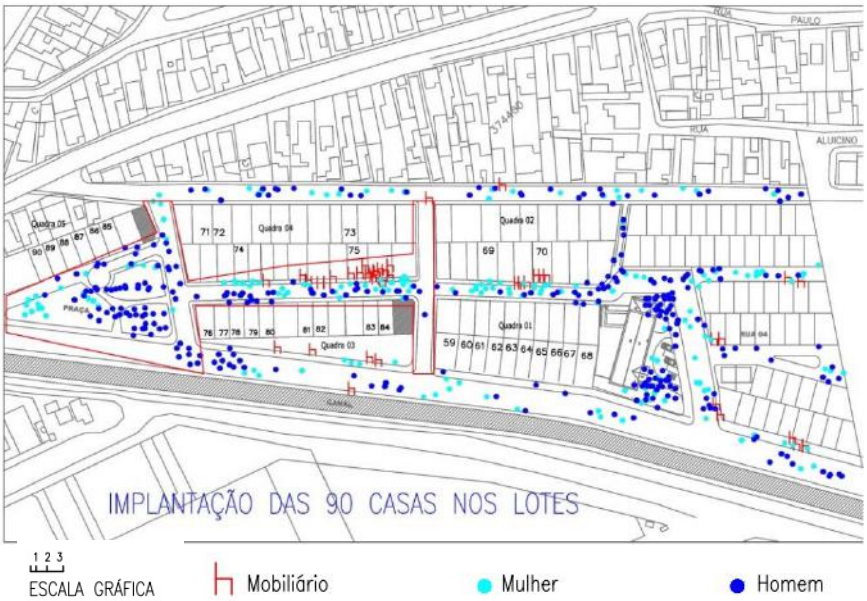
Figura 8 – Estação do ano: Verão



Fonte: Acervo Autoras (2016)

Esse quadro muda consideravelmente no outono, onde o fluxo com maior concentração de gênero foi o 5 e o 6 (fluxo da praça), porém é o sexo masculino que prevalece no fluxo 6 e o sexo feminino, está localizado em maior número no fluxo 5.

Figura 9– Estação do ano: Outono



Fonte: Acervo Autoras (2016)

Se comparadas todas as estações do ano, é possível perceber que as áreas com maior fluxo são: 3, 4, 5 e 6, sendo que o fluxo 6 (da praça) passou a ser mais frequentado no outono. Por esta lógica o mobiliário urbano deveria ser implementados com maior urgência nesses fluxos.

Foi também analisada a utilização das ruas conforme faixas etárias. Comparando as tabelas referentes à faixa etária, mostra-se uma predominância maior de crianças, sendo o grupo de usuários que mais utiliza o espaço público do estudo de caso. Conforme tabela 3, no inverno as crianças utilizam com maior frequência o fluxo 1 e 5. Já os adolescentes, afluência nas ruas presentes no fluxo1 e 2, onde se localiza o acesso principal de carros e o salão comunitário.

Na primavera as crianças mantiveram-se utilizando os mesmos fluxos do inverno (1 e 5) e os adolescentes mantiveram-se também no fluxo 2 e passaram a se concentrar no fluxo 7, fluxo este que foi considerado de passagem para as demais faixas etárias.

Na estação do verão as crianças continuaram a se concentrar nas ruas, mais precisamente no fluxo 4, mas encontravam-se também em grande número no fluxo 6 e 7.Nesta época a praça já havia sido requalificada e entregue à comunidade, sendo que nesta estação passou-se de 1,72 para 13,68% das crianças que utilizaram a praça ao invés das ruas. A praça, recentemente qualificada, ainda não possui arborização que propicie sombra no período de verão, que apresentou temperaturas elevadas (29 a 32 graus) com alta umidade do ar. Buscaram as ruas sombreadas para suas atividades. Os adolescentes encontravam-se nesta estação nos fluxos 7, 5 e 4, não utilizando ainda o espaço da praça.

No outono, última estação do ano analisada, as crianças concentraram-se, em maior quantidade, no entorno do centro comunitário (fluxo 2), nas ruas do fluxo 5 e na praça (fluxo 6). E os adolescentes, pela primeira vez concentraram-se na praça (53.3% dos adolescentes no fluxo 6), e no centro comunitário (fluxo 2). A quadra poliesportiva tornou-se o grande atrativo para esta faixa etária.

Para compreender a relação do número de usuários que transitam nesse espaço público com as demais variáveis, foram criadas tabelas, referente a cada estação do ano e ao número de usuários segundo faixa etária, gênero e fluxo, podendo ser observado conforme tabelas 1, 2 e 3 abaixo:

Tabela 1 – Número de usuários conforme faixa etária e estações do ano

	INVERNO		PRIMAVERA		VERÃO		OUTONO			
FAIXA ETÁRIA	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	TOTAL	%
IDOSOS	5	1,14	7	1,72	12	2,72	12	2,75	36	2,1
ADULTO	107	24,43	105	25,86	122	27,66	154	35,4	488	28,38
ADULTO JOVEM	55	12,56	58	14,28	40	9,07	25	5,74	178	10,35
ADOLESCENTE	84	19,17	53	13,05	58	13,05	66	15,17	261	15,17
CRIANÇA	170	38,82	174	42,85	190	43,08	169	38,85	703	40,87
BEBÊ	17	3,88	9	2,21	19	4,3	9	2,06	54	3,13
TOTAL	438	25,47	406	23,6	441	25,64	435	25,3	1720	100

Fonte: Acervo das Autoras, 2016

Tabela 2 – Número de usuários conforme gênero e estações do ano

ESTAÇÃO DO ANO	INVERNO		PRIMAVERA		VERÃO		OUTONO		TOTAL	
SEXO	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER	HOMEM	MULHER
NÚMERO	238	200	223	183	233	208	271	164	965	755
%	54,34	45,66	54,93	45,07	52,84	47,16	62,3	37,7	56,1	43,9
TOTAL	438		406		441		435		1720	

Fonte: Acervo das Autoras, 2016

Tabela 3 – Número de crianças e adolescentes conforme fluxos e estações do ano

	INVERNO				PRIMAVERA				VERÃO				OUTONO			
	CRIANÇA		ADOLESC.		CRIANÇA		ADOLESC.		CRIANÇA		ADOLESC.		CRIANÇA		ADOLESC.	
FLUXOS	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%	Nº	%
1	41	24,12	20	23,81	40	22,99	4	20,73	15	7,9	5	8,62	18	10,65	4	6,06
2	4	2,35	16	19,05	6	3,45	12	19,51	16	8,4	5	8,62	38	22,48	11	16,66
3	29	17,06	8	9,52	28	16,09	3	9,75	20	10,52	2	3,45	13	7,69	7	10,6
4	27	15,88	14	16,67	28	16,09	10	17,07	59	31,05	9	15,52	21	12,43	2	3,03
5	41	24,12	11	13,09	42	24,14	5	14,63	22	11,58	9	15,52	30	17,75	6	9,09
6	2	1,18	1	1,19	3	1,72	3	1,21	26	13,68	0	0	29	17,16	35	53,03
7	26	15,29	14	16,67	27	15,52	16	17,07	32	16,84	28	48,27	20	11,83	1	1,51
TOTAL	170		84		174		53		190		58		169		66	

Fonte: Acervo das Autoras, 2016

Pode-se perceber através das tabelas que a estação que possui maior número de usuários circulando, ou fazendo alguma atividade no espaço público, foi a estação do verão, onde foram contabilizados 441 usuários e em seguida a do outono com 435. Em todas as estações do ano, os usuários que mais se destacaram em relação ao número, foram as crianças, sendo 40,87% do total dos usuários. Os adultos foram o segundo grupo que mais utilizaram o espaço, com 28,38% e os adolescentes foram o terceiro grupo de usuários com 15,17%. O numero de idosos foi baixo sendo identificados como 2,1%. Em todas as estações a grande maioria de usuários do espaço estudado, em relação ao gênero, foram os homens com 56,1%. Segundo o Censo de 2010, a maior parte dos moradores do local é do sexo feminino, (54,2%). A elevada presença masculina é explicada pelo serviço social da prefeitura pela alta taxa de desemprego masculino e fatores culturais. Destacamos que durante todas as estações manteve-se o número médio de 430 usuários por somatório de cada estação, evidenciando o intenso uso, apesar das variações climáticas.

3.3 Espaço Público

Esta subseção analisou o que os usuários fazem no espaço público e qual o mobiliário existente nesses espaços. Nos mapas de inverno é possível observar que as crianças brincam nas ruas, os adolescentes caminham e conversam, os adultos e os adultos jovens observam e conversam. Já os idosos estão sempre de passagem nesses espaços e as crianças até 5 anos estão sempre acompanhados de adultos. Nesta estação, foram registrados o total de 24 peças de mobiliário que os usuários levaram para as ruas, com o intuito de adaptar o espaço conforme a necessidade do momento, que neste caso era a de interagir com os vizinhos. Os mobiliários utilizados geralmente são: cadeiras de praia, banquinhos de madeira e cadeiras de plástico, os usuários também utilizam o meio fio das calçadas para se sentar, conforme Figura 10.

Figura 10 – Usuários usufruindo do espaço público



Fonte: Acervo das Autoras, 2015

Nos mapas da primavera, já com a praça em uso, as atividades desenvolvidas no local modificaram-se e as crianças e adolescentes, do sexo masculino passaram a utilizar a quadra da praça com maior frequência para jogar futebol, sendo contabilizados 9 peças de mobiliário (do mesmo tipo dos citados a cima), levados pelos próprios moradores para ocuparem

os fluxos 4 e 5, onde adultos, adultos jovens e crianças se concentram para interagir.

No verão verificou-se o aumento do uso de bicicletas e cresceu consideravelmente o número de mobiliário que os usuários levaram para as ruas, ao todo nessa estação foram listados 60 peças de mobiliário. O espaço foi ocupado por um número maior de crianças do que de qualquer outra faixa etária, com 43,08% do total de usuários. No outono, o espaço foi bastante utilizado para brincadeiras de crianças e para jogos de futebol (adolescentes). O uso da praça foi consolidado, sendo possível observar a migração de pessoas do fluxo 5 para o fluxo 6. Nesta estação foram anotados 39 peças de mobiliário levados pelos próprios usuários.

Após a requalificação da praça, foram implementados apenas 4 bancos, dois bancos foram elaborados como arquibancadas, voltados para a quadra, e dois colocados na praça, escolhas efetuadas pelos próprios moradores (Figura 11). Constata-se que este número é inadequado pela ação dos moradores: estes levam o mobiliário interno das residências para o exterior da habitação.

Figura 11 – Requalificação da Praça Amizade do PAC-Anglo



Fonte: Site 360 Graus, Prefeitura Municipal de Pelotas, 2015

Contabilizaram-se, em todas as estações do ano, 132 peças de mobiliário que os próprios usuários levaram às ruas, os quais reorganizam o espaço como uma área de convivência. A este número se acrescentaria outros locais que a população usa para se sentar, como o meio fio, as rampas para garagens e os degraus de acesso do centro comunitário que os jovens utilizam como ponto de encontro, conforme Figura 12:

Figura 12 – Centro comunitário do PAC-Anglo



Fonte: Acervo das Autoras, 2015

É possível observar que os espaços públicos frontais das residências são usados para encontro da vizinhança, funcionando como extensão da moradia. Bancos improvisados e "cadeiras de praia" são os principais mobiliários de mulheres de várias faixas etárias que utilizam diariamente estes espaços. Os adolescentes usam o entorno do Centro Comunitário como ponto de encontro, afastando-se do controle familiar. As crianças e pré-adolescentes usam a rua e os espaços frontais das unidades habitacionais como espaço para as brincadeiras, vigiadas (ou não) pelas famílias. A praça, único espaço mais qualificado, ficou pronta somente no período do verão e não possui ainda vegetação que torne seu espaço adequado ao uso de crianças e adultos em dias de temperaturas mais altas.

4 CONCLUSÕES

Após análise é possível constatar que, antes da requalificação da praça, não existia mobiliário urbano no estudo de caso e mesmo após a requalificação, o número de mobiliário instalado na praça não foi suficiente.

Os usuários apresentam o uso de mobiliário improvisado e de elementos da infraestrutura urbana (meio fio, degraus, etc) para suas atividades de interação social. Os fluxos mais utilizados segundo mapeamento de cada estação, e que deveriam possuir algum tipo de mobiliário, foram os fluxos 5 no inverno, fluxo 4 na primavera, fluxo 4 no verão e o fluxo 6 da praça no outono. Os fluxos 4 e 5 são os dois trechos da rua central do loteamento, caminho direto entre o centro comunitário e a praça, sendo que esta rua possui uma grande quantidade de portas de acesso às unidades habitacionais voltadas para a rua. Destaca-se que o inicio do fluxo 4 é uma rua sem saída, que não possuí trafego de carros, proporcionando aos moradores a utilização das ruas como extensão das calçadas.

É importante observar que o ponto de encontro dos jovens é o fluxo 2 onde está localizado o centro comunitário, onde eles utilizam os degraus de acesso ao prédio para sentar, ou permanecem de pé, sem trazer mobiliário adicional, mas se apropriando do espaço para conversar e interagir uns com os outros.

Constatou-se que o gênero predominante do local é o sexo masculino e, segundo a faixa etária, quem mais utiliza o espaço público são as crianças. Pode-se constatar também a existência do grande número de usuários que utilizam esses espaços de transição como extensão de suas residências, levando bancos e cadeiras para interagirem com o espaço e com a vizinhança.

Desta forma, entende-se que os objetivos da pesquisa foram atendidos, identificando como os usuários utilizam esses espaços conforme estação do ano, faixa etária e localização. Para futuras pesquisas e projetos sugere-se que diferentes tipos de mobiliário urbano sejam propostos, entre eles, bancos na frente das casas, elementos nos pisos, para definir o espaço de transição entre o público e o privado, elementos de delimitação dos espaços frontais das unidades habitacionais, mobiliário na praça e no entorno do centro comunitário, incluindo estacionamento para bicicletas.

Espera-se que essa pesquisa possa contribuir para a melhoria das condições de uso do espaço público na região do PAC – Anglo, concedendo subsidio teórico e prático para projetos futuros que acontecerão na comunidade, vinculando os projetos às reais necessidades dos usuários e moradores do loteamento.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, D. (org.); NETTO, V. M. (org.). **Urbanidades.** Rio de Janeiro: Folio Digital: Letra e Imagem, 2012.

ALMEIDA, J. S.; WEBER, M. S. **Planejamento Urbano II: Mobiliário Urbano**. Pelotas: [s.n.], 1983.

CASTELLO, I. R. **Bairros, Loteamentos e Condomínios: Elementos para o Projeto de Novos Territórios Habitacionais.** Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2008.

FERRARI, A. A. **As ruas como espaços públicos da periferia: Imagem avaliativa e desempenho ambiental.** 2011. Dissertação de Mestrado – Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pelotas.

MARANS, R.; AHRENTZEN, S. **Quantitative methods in research design.** In: ZUBE, E. H.; MOORE, G. T. (Ed.). Advances in environment, behaviour and design. New York: Plenum Press, 1987. v. 1, p. 251-277.

MEDVEDOVSKI, N. S.; MOURA, R. M. G. R. M. **Áreas Especiais de Interesse Social – a Universidade como Parceira na Definição das Políticas Municipais de Habitação Social no Contexto do PDP – Plano Diretor Participativo.** 2007. (Relatório Técnico do Grupo de Trabalho das Áreas Especiais de Interesse Social). Núcleo de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade Federal de Pelotas.

MONTENEGRO, G. **A produção do mobiliário urbano em espaços públicos: o desenho do mobiliário urbano nos projetos de reordenamento das orlas do RN.** 2005.

Dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Disponível em <http://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/12419> Acesso em 12 março 2016.

NORMA BRASILEIRA - pág.11 ABNT **NBR 9050:2004** (http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/sites/default/files/arquivos/%5Bfield_generico_imagens-filefield-description%5D_24.pdf).

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O MORADOR E A MORADIA: UM ESTUDO DE CASO NO PMCMV EM CUIABÁ-MT[1]

LOGSDON, Louise (1); PAIVA, Rodrigo Rodrigues da Cunha (2); GALLO, Douglas Luciano Lopes (3); FERREIRA, Daniel Fraida (4)

(1) IFMT, e-mail: louise.logsdon@ifmt.cba.edu.br; (2) IFMT, e-mail: rodrigo.paiva@ifmt.cba.edu.br; (3) IFSP, e-mail: douglas.luciano@yahoo.com.br; (4) IFMT, e-mail: daniel.dff@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho é resultado parcial de um projeto de iniciação científica que tem como objetivo final desenvolver um projeto de habitação de interesse social (HIS), aplicando-se os conceitos de funcionalidade e flexibilidade. Para embasar a discussão e o desenvolvimento do projeto, foi feita uma avaliação pós-ocupação (APO) no Residencial Jamil Boutros Nadaf da cidade de Cuiabá-MT, que foi entregue em 2010 pelo Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) Faixa 1. O presente artigo trás os resultados desta APO, cujo objetivo era verificar a satisfação dos moradores, bem como as alterações que fizeram em suas moradias. Para isso, realizaram-se visitas exploratórias ao conjunto e, em uma amostra de 33 unidades (10% do total), fez-se o levantamento técnico e entrevistaram-se os moradores. Os resultados mostram que, apesar de uma satisfação notável dos moradores, os problemas de funcionalidade e flexibilidade da moradia são visíveis. O projeto é incompatível com as necessidades espaciais de muitas famílias (algumas com mais de 5 filhos), falta espaço para móveis e, mesmo com pouco tempo de uso, grande parte das casas já sofreu alguma modificação. O estudo ilustra a precariedade dos espaços habitacionais ofertados e reforça a importância da flexibilidade em projetos de HIS.

Palavras-chave: Habitação de interesse social. Avaliação pós-ocupação. Satisfação do usuário. Flexibilidade. Funcionalidade.

ABSTRACT

This work is a partially result of a research project whose ultimate goal is to develop a social housing design (HIS), applying the concepts of functionality and flexibility. To support the discussion and development of the design, a post-occupancy evaluation was made (POE) in Jamil Boutros Nadaf (a Housing located in the city of Cuiabá), which was delivered in 2010 by the "Minha Casa Minha Vida" Program (PMCMV). This article backs the results of this POE, which aimed to verify the satisfaction of the residents and the changes they have made in their homes. For this, 33 units of the Housing (10% of the total) were visited, and their residents were interviewed. The results show that, although a remarkable satisfaction of residents about theirs homes, functionality and flexibility problems are visible. The design of the house is incompatible with the spatial needs of many families (some with more than 5 children), there is a lack of space for furniture in the rooms of the house, and even with a short time of use, most of the houses have suffered some modification. The study illustrates the precariousness of living spaces offered by the PMCMV and reinforces the importance of flexibility in social

[1] LOGSDON, Louise *et al*. O morador e a moradia: um estudo de caso no PMCMV em Cuiabá-MT. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

housing designs.

***Keywords**: Social housing. Post-occupancy evaluation. User's satisfaction. Functionality. Flexibility.*

1 INTRODUÇÃO

No intuito de reduzir o alarmante déficit habitacional – estimado em 5,792 milhões de unidades pela Fundação João Pinheiro(2014) – surgiu em 2009 o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Pesquisas recém publicadas demonstram as deficiências do programa, através de uma profunda análise da produção habitacional em diferentes estados brasileiros. É o caso da pesquisa realizada pelo Observatório das Metrópoles (envolvendo os núcleos Rio de Janeiro, Belo Horizonte, Goiânia, Fortaleza, Maringá e Belém), que culminou com o lançamento do livro "O Programa Minha Casa Minha Vida e seus Efeitos Territoriais", e é também o caso da pesquisa da Rede Cidade e Moradia (formada por onze equipes vinculadas a grupos de pesquisa de seis universidades públicas, uma universidade privada e duas ONGs) que foi sintetizada no livro "Minha Casa... e a Cidade?".

O estudo da Rede Cidade e Moradia considera que, apesar do Programa ter produzido uma grande quantidade de unidades, ele segue um padrão de produção com fortíssima homogeneização dos projetos, independentemente das características locais. Além disso, o estudo verificou a incompatibilidade entre as tipologias habitacionais com seu programa arquitetônico único (sala, cozinha, banheiro e dois dormitórios) e a diversidade das composições familiares dos beneficiários, além da impossibilidade de readequações da unidade habitacional ao longo do tempo, segundo as necessidades dos moradores (AMORE et. al, 2015).

Vários autores envolvidos nos estudos citados (PEQUENO E ROSA, 2015; NASCIMENTO et. al, 2015; SILVA E SILVA, 2013; LOPES E SHIMBO, 2015) apontam que, com relação ao projeto das unidades habitacionais produzidas pelo PMCMV, os maiores problemas relacionam-se à falta de funcionalidade[2] e de flexibilidade[3], que são conceitos primordiais para a garantia de qualidade espacial na habitação.

Frente ao problema já evidenciado por tantos estudos, o "*Grupo VivaCidades: Estudos em Habitação, Espaços Públicos e Cidades*", vinculado ao Instituto Federal de Mato Grosso, vem desenvolvendo um projeto de iniciação científica cujo objetivo final é elaborar um projeto de HIS aplicando-se os conceitos de funcionalidade e flexibilidade. Para embasar a discussão e o desenvolvimento do projeto, realizou-se um estudo de caso no Residencial Jamil Boutros Nadaf, entregue em 2010 pelo PMCMV, que em

[2] Refere-se à característica que permite facilidade e a eficiência de desenvolvimento das funções e atividades habitacionais, sendo proporcionada pelas características dos espaços e de seus equipamentos (PEDRO, 2000).

[3] Refere-se à qualidade do espaço físico de se adaptar com facilidade às necessidades e desejos dos seus ocupantes (DIGIÁCOMO, 2004). Pode estar relacionada a estratégias que permitam a escolha do projeto ou que, durante o uso, permitam modificações, reformulações e ampliações sem que sejam necessárias grandes alterações na edificação original (SEBESTYEN , apud BRANDÃO, 2006).

pesquisas anteriores (Logsdon, 2012; Logsdon et. al 2014), obteve o menor índice de qualidade dentre todos os projetos ofertados pelo PMCMV Faixa 1 na cidade de Cuiabá. Sendo assim, o presente artigo trás os resultados deste estudo de caso, cujo objetivo principal é verificar a satisfação dos moradores do citado conjunto, bem como as alterações que porventura fizeram em suas moradias.

2 MÉTODOS

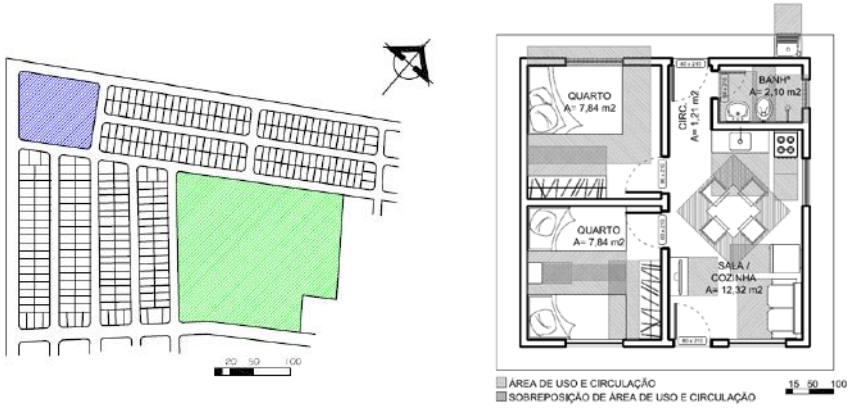
A pesquisa baseia-se em uma avaliação pós-ocupação (APO) realizada no Residencial Jamil Boutros Nadaf, localizado na cidade de Cuiabá-MT. A fim de alcançar os objetivos da pesquisa, foram feitas visitas exploratórias no conjunto durante os meses de novembro e dezembro de 2015. Durante as visitas, realizaram-se levantamentos técnicos com registros fotográficos em 33 unidades habitacionais (o equivalente a 10% do total), sempre entrevistando os moradores com o auxílio de um questionário padrão. Não houve a intenção de calcular uma amostra estatística, mas buscou-se considerar uma quantidade razoável e suficiente de moradias para analisar qualitativamente do uso das mesmas, verificando as modificações que nelas foram realizadas e evidenciando aspectos de satisfação dos seus moradores.

3 RESULTADOS

3.1 O objeto de estudo: Residencial Jamil Boutros Nadaf

O Residencial Jamil Boutros Nadaf (Figura 1a) localiza-se no bairro Nova Conquista (Região Norte de Cuiabá) e possui uma área de 14,75 hectares, onde foram distribuídos 322 lotes, cada um com uma unidade habitacional (UH) disposta isoladamente. Entregues em 2010 pelo PMCMV, as moradias destinam-se a famílias com renda de até 3 salários mínimos (Faixa 1 do Programa) e, no momento da pesquisa, grande parte das unidades aproximava-se dos 5 anos de uso.

Figura 1 – Conjunto Jamil Boutros Nadaf: Planta do loteamento (a) e da unidade habitacional (b).



(a) (b)

Fonte: LOGSDON, 2012.

Em pesquisas anteriores, (Logsdon, 2012; Logsdon et al, 2014) todos os projetos lançados pelo PMCMV em Cuiabá foram analisados em função da funcionalidade e da flexibilidade dos espaços das UHs. Nessa pesquisa, a moradia do Residencial Jamil (Figura 1b) foi a que apresentou pior índice de qualidade. Segundo os autores:

> O projeto da UH (...) deixa muito a desejar tanto nos quesitos de funcionalidade como de flexibilidade. Com relação à funcionalidade, pode-se dizer que nenhum ambiente possui qualidade satisfatória. Todos os ambientes apresentam problemas de funcionalidade pela falta de espaço para circulação e uso dos móveis/equipamentos. A sala, integrada com a cozinha, possui assento para apenas duas pessoas. Os equipamentos da cozinha, apesar de possuírem a devida área de uso, foram dispostos de maneira pouco prática (vê-se a geladeira ao lado do sofá, longe da pia). A área de serviço é inexistente: resume-se a um tanque sob o beiral do telhado e sobre uma calçada muito pequena, que não atende a área de uso dos equipamentos. (...) Com relação à flexibilidade, esta se resume a uma possível ampliação para o lado, no recuo lateral de maior dimensão. A forma do telhado facilita apenas as ampliações no sentido lateral - o que é totalmente incompatível com o projeto em planta, que possui uma circulação que induz a ampliação para os fundos. No entanto, ampliações para frente e para os fundos ficam dificultadas pela forma e altura do telhado que, caso fosse prolongado, resultaria em um pé-direito baixíssimo. E a ampliação na lateral da sala, apesar de possibilitada pela forma do telhado, faria com que o banheiro ficasse confinado. (LOGSDON, 2012).

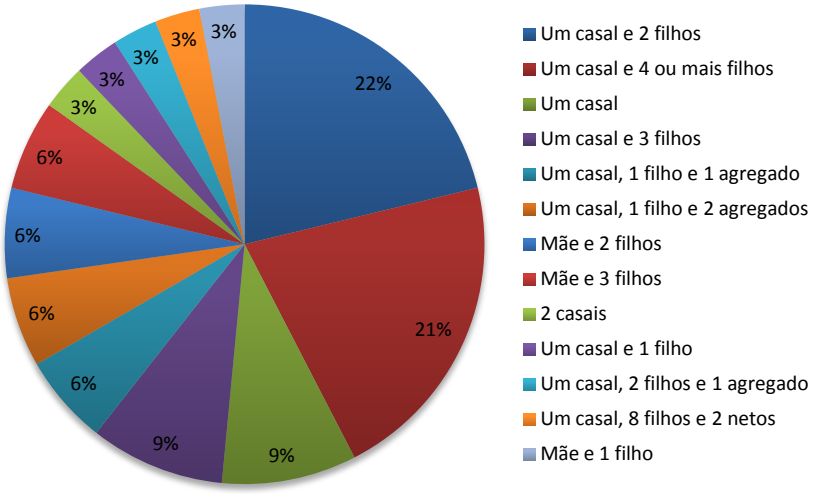
A pesquisa anterior leva em consideração o layout proposto pela empresa construtora/projetista. Sabendo-se das limitações do projeto, o presente trabalho busca analisar a satisfação dos moradores e de que forma ocorreu a ocupação e, se for o caso, as alterações realizadas nas moradias. Acompanhe o próximo item.

3.2 Perfil dos moradores e satisfação quanto à moradia

Na entrevista realizada com os moradores foi utilizado um questionário, cujo primeiro item buscava verificar o perfil das famílias. Como ilustra o Gráfico 01, pode-se dizer que a diversidade da composição familiar é imensa. Foram encontradas 18 composições diferentes e destaca-se que, apesar de uma boa porcentagem (22%) das famílias apresentar o tipo que se adequa à tipologia da unidade habitacional (1 casal e 2 filhos), outra grande parcela é incompatível com tal tipologia: 22% das famílias são compostas por 6 ou mais pessoas. Dentro da amostra selecionada, existiam famílias compostas por 10 e até 12 pessoas. Interessante observar que, nestes dois casos extremos, as casas não sofreram alterações, mesmo com a notável falta de espaço. Os moradores dividiam camas e tentavam se acomodar de alguma forma.

Outro item levantado que também apresentou resultados pouco padronizados foi a origem das famílias. Das 33 famílias entrevistadas, 5 vinham do bairro Primeiro de Março e outras 5 do Altos da Glória. No mais, cada família provinha de um bairro – ou até de uma cidade – diferente. Algumas famílias vinham de bairros muito distantes, como o Residencial Coxipó, que fica a 20 quilômetros de distância.

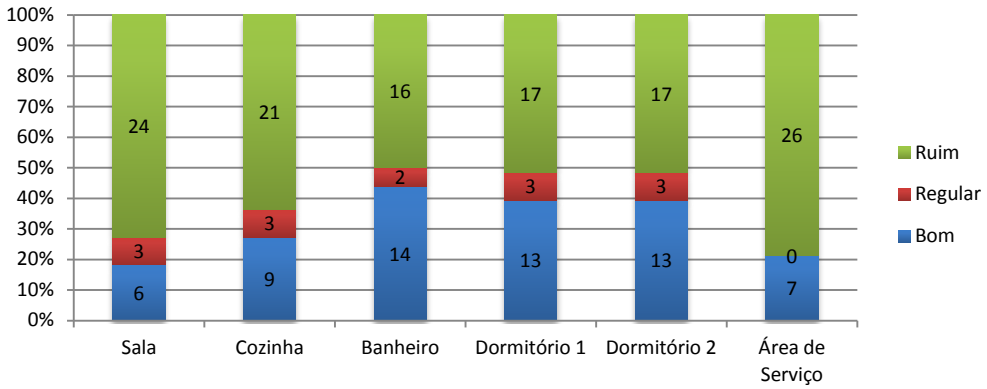
Gráfico 01 - Composição das famílias entrevistadas



Fonte: Os autores

Seguindo o questionário, quando os moradores eram perguntados sobre as dimensões da casa, as respostas foram pouco conclusivas: 11 famílias (ou 33%) consideravam-na de um bom tamanho, outras 11 (ou 33%) achavam-na regular e outras 11 (ou 33%) achavam ruim. Mas quando as perguntas focavam no espaço de cada ambiente, levando em consideração a capacidade de mobiliar, os resultados eram mais precisos: Para todos os ambientes da casa, a maioria dos moradores consideravam que adequação do espaço ao mobiliário era ruim ou regular (Gráfico 02). Cabe ressaltar que as respostas deveriam ser positivas (bom), negativas (ruim) ou neutras (regular), justamente para evitar ambiguidade entre as respostas e facilitar a análise comparativa.

Gráfico 02 - Adequação do espaço ao mobiliário

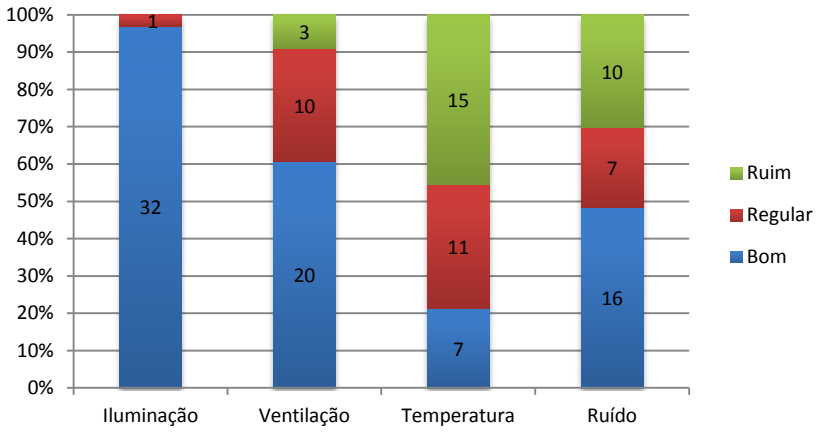


Fonte: Os autores

Com relação aos aspectos de conforto ambiental da moradia, a maior reclamação refere-se a temperatura: 80% dos entrevistados mostram-se

insatisfeitos (das 33 famílas entrevistadas, 15 disseram que a temperatura era muito alta e 11 disseram que era regular). Vide gráfico 03.

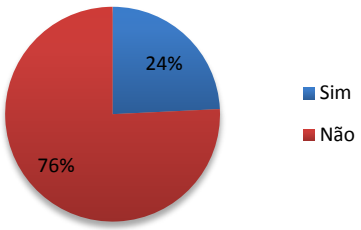
Gráfico 03 - Condições de conforto



Fonte: Os autores

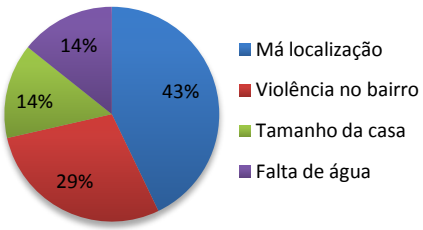
Mesmo tendo notado problemas de funcionalidade ou conforto nas moradias, os moradores mostram-se satisfeitos, de uma maneira geral. Quando questionados se já tiveram vontade de se mudar, apenas 7 das 33 famílias entrevistadas disseram que sim. Para estes, o principal motivo é a má localização (distância do centro, do comércio, do trabalho) e a violência no bairro. Apenas uma família quer se mudar pelo fato da casa ser muito pequena (Gráficos 04 e 05).

Gráfico 04 – Tem vontade ou já pensou em se mudar?



Fonte: Os autores

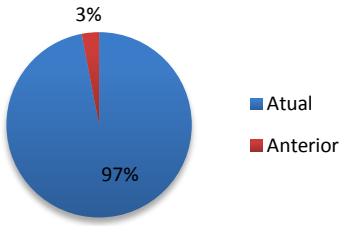
Gráfico 05 – Se pensa em se mudar, qual o motivo?



Fonte: Os autores

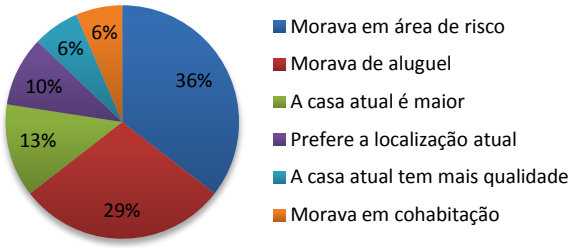
Ressaltando a satisfação dos moradores com a casa, 32 das 33 famílias dizem preferir a casa atual. Neste item, é possível notar o porquê dessa satisfação: 36% provinham de área de risco (sujeita a enchentes), 29% moravam de aluguel. Para estes, a casa própria tem um valor imensurável. Destaca-se ainda que 14% dos entrevistados vinham de condições ainda piores (moravam em um kitnet ainda menor). O único morador que preferia a casa anterior alegava que aquela era mais espaçosa, mas teve que deixá-la por estar em área de risco. Vide gráficos 06 e 07.

Gráfico 06 – Prefere a casa atual ou a anterior?



Fonte: Os autores

Gráfico 07 – Se prefere a casa atual, qual o motivo?

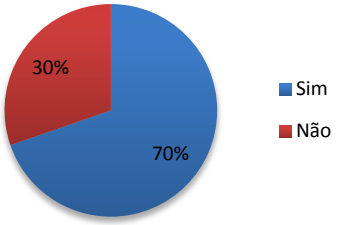


Fonte: Os autores

3.3 Modificações encontradas nas moradias

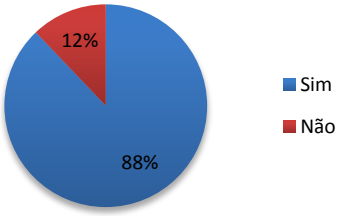
Um fato que chamou muito a atenção é que, das 33 moradias levantadas, 23 (70%) já apresentavam algum tipo de alteração (Gráfico 08). Acreditava-se que, por se tratar de uma categoria com renda familiar muito baixa, não haveriam tantas casas reformadas ou modificadas. Mas o estudo apontou o contrário: muitas famílias alteram a casa, geralmente no sentido de ampliá-la e geralmente com a característica de "puxadinhos" com baixíssima qualidade construtiva. Outro fator interessante é que 88% dos entrevistados ainda pretende fazer alguma alteração na moradia, se tiver condições financeiras para tal (Gráfico 09).

Gráfico 08 – Já fez alguma alteração na casa?



Fonte: Os autores

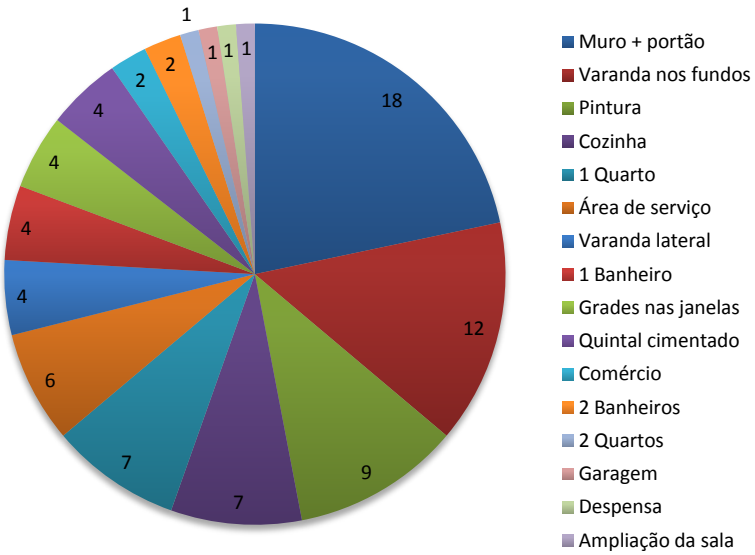
Gráfico 09 – Ainda quer fazer alguma alteração?



Fonte: Os autores

O Gráfico 10 tenta ilustrar quais foram as modificações realizadas, e em quantas casas elas se repetem. A colocação de muro e portão aparece em primeiro lugar, tendo sido encontrada em 18 das 33 casas levantadas. Em segundo lugar, a varanda nos fundos, encontrada em 14 casas. Importante ressaltar que a varanda, muitas vezes, agrega funções diversas (preparo de alimento, lavagem de roupas, espaço de alimentação, etc).

Gráfico 10 – Ocorrência das modificações e/ou ampliações realizadas



Fonte: Os autores

Figura 2 – A construção do muro com portão é a alteração que mais se repetiu nas casas levantadas.



Fonte: Os autores

A seguir, serão apresentadas as moradias que sofreram mais alterações, dentre todas as casas levantadas. As figuras 3, 4 e 5 mostram a Casa DF09, onde reside um casal e 4 filhos. Os moradores fizeram os muros e aumentaram consideravelmente a área construída da casa: criaram um abrigo para veículos (garagem), acrescentaram uma suíte no corpo original da edificação e construíram uma edícula com cozinha, varanda, banheiro e área de serviço. Além disso, trocaram a porta de acesso, cimentaram boa parte da área externa e começaram a escavação do solo para instalar uma piscina, no recuo frontal da edificação, ao lado da garagem.

Figura 3 – Casa DF09, Planta baixa.



Fonte: Os autores

Figura 4 – Modificações realizadas na Casa DF09: Muro e portão (a); garagem coberta e escavação para a piscina (b)



(a)



(b)

Fonte: Os autores

Figura 5 – Modificações realizadas na Casa DF09: Edícula com varanda, cozinha, banheiro e área de serviço (a); suíte construída junto ao corpo da edificação original (b).



(a) (b)

Fonte: Os autores

As figuras 6 e 7 mostram a Casa DF11, onde reside uma mãe e 3 filhos. Os moradores fizeram os muros, cimentaram boa parte do quintal, trocaram a porta de acesso de lugar e aumentaram consideravelmente a casa: construíram uma edícula com 2 quartos e 2 banheiros e, unido o corpo da edificação original à edícula, criaram uma cozinha aberta (que também agrega as funções da área de serviço).

Figura 6 – Casa DF11, Planta baixa.



Fonte: Os autores

Figura 7 – Modificações realizadas na Casa DF11: Muro e portão (a); edícula com 2 quartos e 2 banheiros (b); cozinha aberta que une a edificação original à edícula (c); foto de um dos banheiros construídos na edícula (d).



(a)



(b)



(c)



(d)

Fonte: Os autores

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostram que, apesar de uma satisfação notável dos moradores, os problemas de funcionalidade e flexibilidade da moradia são visíveis. O projeto é incompatível com as necessidades espaciais de muitas famílias (vê-se no gráfico 01 a existência de muitas famílias com mais de 4 filhos), os usuários sentem a falta de espaço nos cômodos (vide gráfico 02) e, mesmo com tão pouco tempo de uso, grande parte das casas (70%) já sofreu alguma modificação.

A pesquisa considera que, para um melhor atendimento às famílias, é extremamente necessário que sejam oferecidos projetos mais flexíveis, no sentido mais amplo da palavra. Seria interessante pensar em formas de oferecer tipos de plantas diferentes, mais compatíveis com a composição familiar dos moradores e, além disso, pensar em um projeto evolutivo, que preveja e possibilite ampliações futuras.

A visível satisfação dos moradores com a moradia se deve principalmente ao sentido de propriedade (casa própria) e ao fim do aluguel, que certamente impactava bastante no orçamento da família. Percebe-se que

este fato é de uma importância tão grande para os moradores, que de certa forma compensa até a falta de espaço, notada pela grande maioria. No entanto, a falta de espaço na moradia se traduz em um nível insatisfatório de funcionalidade, o que prejudica as atividades domésticas mais básicas e pode, inclusive, refletir de maneira negativa na qualidade de vida e no próprio convívio familiar.

É importante que a casa entregue tenha espaço suficiente para que todas as atividades domésticas sejam desempenhadas com conforto, porque não se pode contar que a família terá condições de ampliá-la. Igualmente, é importante que o projeto permita que a casa seja modificada e ampliada com facilidade, quando os moradores quiserem e puderem fazê-lo. Aí então, pode-se dizer que o espaço da unidade entregue possui o mínimo necessário de qualidade.

Espera-se, com o presente trabalho, fornecer subsídios aos que lidam com pesquisas em temas habitacionais, reunindo informações que podem contribuir para diferentes estudos nesta área. Entende-se que a ordenação do conhecimento apresentado e os resultados obtidos nesta APO podem trazer contribuições tanto para a área acadêmica quanto para os profissionais que atuam no setor imobiliário de habitação.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e ao Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT – Campus Cuiabá), pelas bolsas de iniciação científica cedidas aos alunos envolvidos na pesquisa. À Associação Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (ANTAC), pela realização do evento. À Universidade de São Paulo (em especial à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e à Escola Politécnica) e ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), pela organização do evento.

REFERÊNCIAS

AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFFINO, M. B. C. (org.). **Minha casa... e a cidade?** Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. Disponível em: <http://observatoriodas metropoles.net/images/abook_file/mcmv_nacional2015.pdf>. Acesso em julho de 2015.

BRANDÃO, D. Q. **Diversidade e potencial de flexibilidade de arranjos espaciais de apartamentos**: uma análise do produto imobiliário brasileiro. 2002. 443 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

CARDOSO, A. L. (org.) **O programa Minha Casa Minha Vida e seus efeitos territoriais**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013. Disponível em: <http://www. observatoriodasmetropoles.net/images/abook_file/mcmv_adauto2013.pdf>. Acesso em julho de 2015.

DIGIACOMO, M. C. **Estratégias de projeto para habitação social flexível**. 2004. 163 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. **Déficit habitacional no Brasil 2011-2**012. Belo Horizonte, 2015. Disponível em: <http://www.fjp.mg.gov.br/index.php/docman /cei/559-deficit-habitacional-2011-2012/file>. Acesso em junho de 2015.

LOGSDON, L. **O Programa Minha Casa, Minha Vida em Cuiabá-MT**: Uma análise da qualidade dos projetos destinados às famílias de baixa renda. 2012. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2012. Disponível em: http://www.tede.ufsc.br/teses/PARQ0155-D.pdf. Acesso em março de 2016.

LOGSDON, L.; CAMPOS, D. S.; MONTEIRO, D. B. M.; VILAS BOAS, C. S. O "PMCMV" EM CUIABÁ-MT: uma análise da qualidade dos projetos destinados às famílias de baixa renda, 2012-2014. In: **XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído** (ENTAC), 2014, Maceió-AL. Disponível em: http://www.infohab.org.br/entac2014/artigos/paper_82.pdf. Acesso em março de 2016.

LOPES, J. M.; SHIMBO, L. Z. Projeto e produção da habitação na região central do estado de São Paulo: condições e contradições do PMCMV. In: AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFFINO, M. B. C. (org.). **Minha casa... e a cidade?** Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. Disponível em: <http://observatoriodas metropoles.net/images/abook_file/mcmv_nacional2015.pdf>. Acesso em julho de 2015

NASCIMENTO, D. M.; COSTA, H. S. M.; MENDONÇA, J. G.; LOPES, M. S. B.; MANOUINIER, R. F.; SALOMÃO, T. M. N.; SOARES, A. C. B. Programa Minha Casa Minha Vida: desafios e avanços na Região Metropolitana de Belo Horizonte. In: AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFFINO, M. B. C. (org.). **Minha casa... e a cidade?** Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. Disponível em: <http://observatoriodas metropoles.net/images/abook_file/mcmv_nacional2015.pdf>. Acesso em julho de 2015

PEDRO, J. A. C. B. O. **Definição e avaliação da qualidade arquitetônica habitacional**. Lisboa. 2000. Tese de doutorado, Faculdade de Arquitetura da Universidade do Porto. 2000.

PEQUENO, R.; ROSA, S. V. Inserção urbana e segregação espacial: análise do Programa Minha Casa Minha Vida em Fortaleza. In: AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFFINO, M. B. C. (org.). **Minha casa... e a cidade?** Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015. Disponível em: <http://observatoriodasmetropoles.net/images /abook_file/mcmv_ nacional2015.pdf>. Acesso em julho de 2015.

SILVA, B. F.; SILVA, R. D. A novas formas de provisão de moradia e seus impactos na reconfiguração socioespacial do aglomerado Sarandi-Maringá entre 2009 e 2011. In: CARDOSO, A. L. (org.) **O programa Minha Casa Minha Vida e seus efeitos**

territoriais. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2013. Disponível em: <http://www.observatoriodasmetropoles.net/images/abook_file/mcmv_adauto2013.pdf>. Acesso em julho de 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

SEGURANÇA DAS PESSOAS E DO PATRIMÔNIO EM PARQUE URBANO: CERCAR OU MANTER ABERTO[1]

MARQUES, Claudia Adriana Nichetti (1); BERTONI, Amanda Schüler (2); MANO, Cássia Morais (3); REIS, Antônio Tarcísio da Luz (4)

(1) PROPUR-UFRGS, e-mail: claudia.nichetti@gmail.com; (2) PROPUR-UFRGS, e-mail: schuler.bertoni@gmail.com; (3) PROPUR-UFRGS, e-mail: cassia.arqurb@gmail.com; (4) PROPUR-UFRGS, e-mail: tarcisio.reis@ufrgs.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é investigar a necessidade de cercar ou manter aberto um parque urbano, o Parque Farroupilha, considerando a segurança das pessoas e do patrimônio. Assim, são analisados os atuais níveis de segurança no interior e limites do parque por três grupos: frequentadores ou que utilizam o parque como passagem; moradores dos bairros do entorno; e comerciantes, nomeadamente, lojistas em edificações do entorno, vendedores ambulantes no Parque, e expositores da Feira Ecológica e do Brique da Redenção. Adicionalmente, é investigada a relação entre os níveis de depredação do patrimônio público e de segurança e visibilidade dos locais onde tal patrimônio se encontra no parque. A coleta de dados incluiu levantamentos de arquivo, levantamento físico, entrevistas com 30 vendedores ambulantes, e questionários aplicados a 54 frequentadores, 22 moradores e 50 comerciantes. Os dados coletados através de questionários foram tabulados no programa SPSS e analisados através de testes estatísticos não-paramétricos, tais como: frequência, tabulação cruzada (Phi) e Kruskal-Wallis. Os resultados indicam que os níveis de depredação do patrimônio encontrados não teriam sido alterados caso o parque fosse cercado e que a ideia de cercamento, praticamente, não diminui a atual percepção de insegurança no Parque Farroupilha pelos três grupos da amostra.

Palavras-chave: Segurança das pessoas. Segurança do patrimônio. Parque urbano cercado.

ABSTRACT

The purpose of this article is to investigate the need for fencing or keeping open an urban park, the Farroupilha Park, considering the safety of people and public monuments. Thus, the current security levels within and in the park boundaries are analyzed by three groups: those using the park, even if only as a passage; residents of neighborhoods surrounding the park; and merchants, namely, shopkeepers in the surrounding buildings, street vendors in the Park and Ecological Fair and Brique exhibitors. In addition, it is investigated the relationship between depredation levels of public monuments and security and visibility levels of places where such monuments are located. Data collection included file surveys, physical measurements interviews with 30 street vendors, and questionnaires applied to 54 users, 22 residents and 50 merchants. The data collected through questionnaires were tabulated in the SPSS and analyzed using non-parametric statistical tests, such as frequency, cross tabulation (Phi) and Kruskal-Wallis. The main results indicate that the depredation levels of public

[1] MARQUES, Claudia Adriana Nichetti; BERTONI, Amanda Schüler; MANO, Cássia Morais; REIS, Antônio Tarcísio da Luz. Segurança das pessoas e do patrimônio em parque urbano: cercar ou manter aberto. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

monuments would not have been altered if the park was fenced and that such fencing does not significantly reduces the current perception of insecurity in the Farroupilha Park by the three sample groups.

Keywords: *Safety of people. Safety of public monuments. Fenced urban park.*

1 INTRODUÇÃO

Parques urbanos são importantes para a dinâmica das cidades, em razão de proporcionarem diferentes tipos de atividades e promoverem a sociabilidade e o bem estar de seus usuários (STIGGER et al., 2010; GEHL, 2013). O sucesso de parques urbanos é dependente de fatores que facilitem sua acessibilidade e uso, possibilitando que usuários realizem atividades em seu interior e entorno com segurança (MARCUS; FRANCIS, 1998). Tais fatores incluem: ausência de barreiras que dificultem a acessibilidade de pessoas; diferentes opções de rotas e atividades; bons níveis de iluminação e sinalização eficiente (VOORDT; WEGEN, 1993; MARCUS; FRANCIS, 1998). Ainda, é essencial manter o parque bem conservado, pois parques vandalizados aumentam a percepção de insegurança, diminuindo a utilização do local e tornando-se locais mais propensos à ocorrência de crimes e vandalismo (MARCUS; FRANCIS, 1998).

Neste sentido, parques urbanos sem cercamento tenderiam a facilitar a circulação e a presença de pedestres, auxiliando na redução de ocorrências criminais, através da vigilância natural exercida pelos próprios usuários do parque (JACOBS, 2000; GEHL, 2013). Embora alternativas para a redução da vulnerabilidade dos parques quanto à ocorrência de crimes incluam a ausência de cercamento, e de não existirem evidências conclusivas acerca da redução de crimes em parques cercados, parques urbanos em muitas cidades têm sido cercados visando reduzir a criminalidade, tal como o 'Tompkins Square Park' em Nova Iorque (SMITH, 1996).

Por outro lado, o Parque Ibirapuera em São Paulo, seria foco de uma série de problemas de segurança gerados pelo pouco movimento de pessoas junto a sua área cercada (LING, 2015). Em Porto Alegre, por sua vez, foi sancionado um projeto de lei que convoca um plebiscito sobre a ideia de cercamento do Parque Farroupilha (ou Redenção), sem que sejam apresentadas evidências que justifiquem tal ideia. O argumento apresentado no Projeto de Lei nº 11.845/15 (CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2015) que tenta justificar o cercamento do Parque Farroupilha descreve que "são comuns as notícias de depredações dos monumentos, destruição de árvores e plantas, assaltos, assassinatos, aliados ao crescente aumento da violência na cidade, atingindo de sobremaneira o Parque da Redenção". Ainda, justifica o cercamento como "forma de enfrentar os episódios que se repetem com danos às pessoas e ao patrimônio público junto ao Parque Farroupilha".

Logo, é necessário aprofundar o conhecimento acerca da real necessidade de cercar ou manter aberto um parque urbano com as características do

Parque Farroupilha como forma a aumentar a segurança das pessoas e do patrimônio público, de acordo com diferentes grupos. Assim, são analisados os atuais níveis de segurança no interior e limites do Parque Farroupilha por três grupos: frequentadores ou que utilizam o parque como passagem; moradores dos bairros do entorno do parque; e comerciantes, nomeadamente, lojistas em edificações do entorno, vendedores ambulantes no Parque, e expositores da Feira Ecológica e do Brique da Redenção. Adicionalmente, é investigada a relação entre os níveis de depredação do patrimônio público e os níveis de segurança e visibilidade dos locais onde tal patrimônio se encontra no Parque.

2 METODOLOGIA

O Parque Farroupilha (Figura 1) é de uso público, possui área de 37,51 hectares, e está localizado no Bairro Farroupilha. O Parque é frequentado por cerca de cinco mil pessoas diariamente e cerca de trezentas mil nos finais de semana, quando ocorrem pela manhã/início da tarde dois eventos tradicionais da cidade na Av. José Bonifácio (Figura 1), adjacente ao Parque: a Feira Ecológica e o Brique da Redenção (Figura 2) (BOCHI *et al.*, 2012).

Figura 1 – Vista área do Parque Farroupilha



Fonte: Amaral, 2005

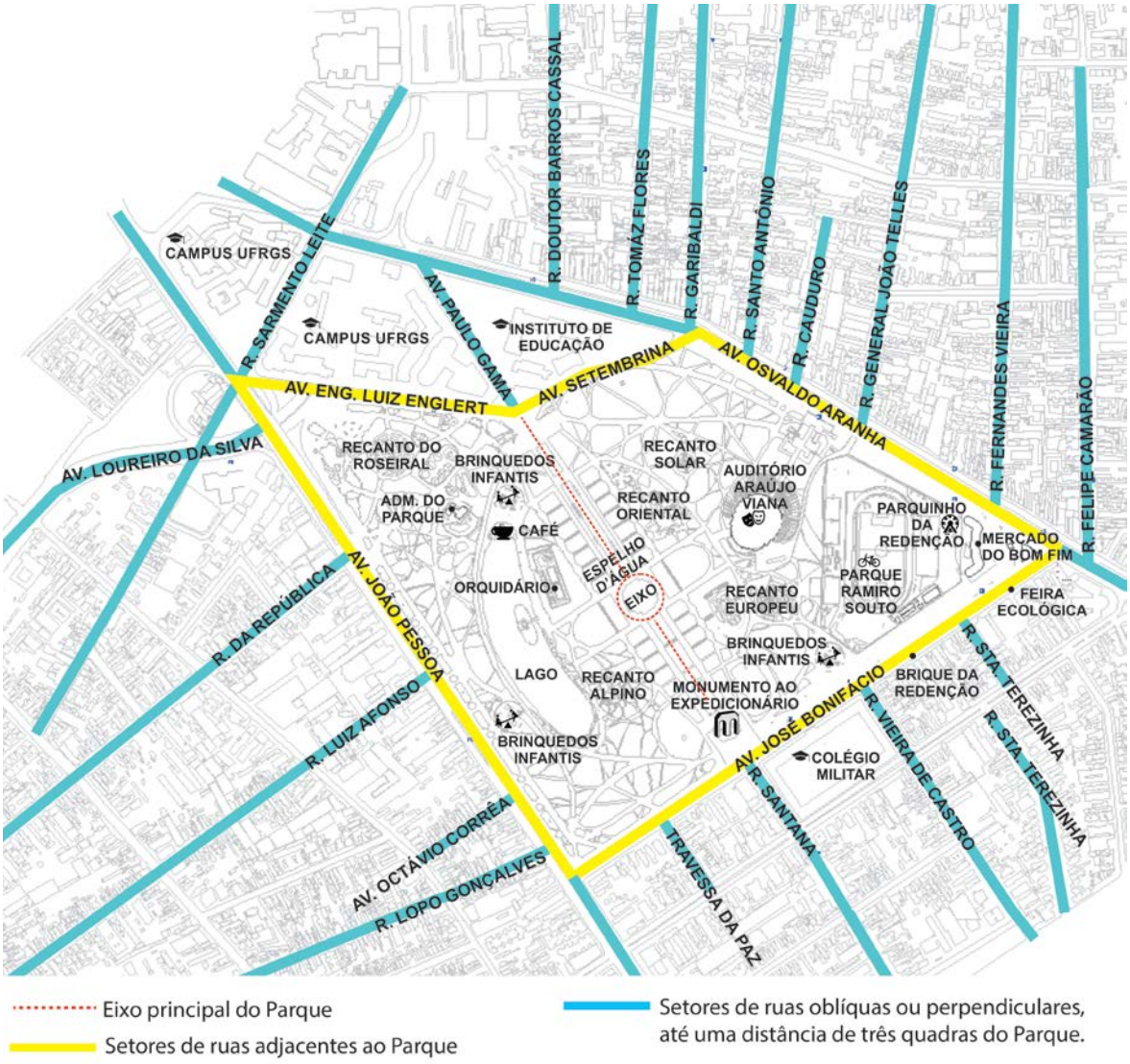
Figura 2 – Brique da Redenção



Fonte: google imagens

Nos demais horários e dias de semana, o movimento na Rua Bonifácio diminui bastante, assemelhando-se ao baixo movimento nas Avenidas Eng. Luiz Englert e Setembrina. Por outro lado, as Avenidas Osvaldo Aranha e João Pessoa são adjacentes ao Parque e caracterizadas pela presença de comércio e serviços e alto movimento de pessoas (Figura 3).

Figura 3 - Parque Farroupilha e ruas próximas



Fonte: autores.

A coleta de dados incluiu, como parte de uma avaliação pós-ocupação (REIS; LAY, 1995) do Parque, levantamento de arquivos, levantamento físico, entrevistas e questionários. Foram identificados 34 monumentos existentes nas bordas e interior do Parque, registrados através de fotografias, descrições do seu estado de conservação e indicações de atos de vandalismos (partes furtadas e pichações) (Tabela 1). São considerados monumentos, os elementos com valor excepcional do ponto de vista da história, arquitetura ou da arte (ICOMOS, 2014). Neste estudo, as categorias de monumentos avaliadas quanto ao seu estado de conservação, são: busto (Figura 4a), cabeça (Figura 4b), chafariz (Figura 4c), estátua (Figura 4d), marco (Figura 4e), conjunto monumental (Figura 4f), relevo (Figura 4g) e outros elementos de decoração pública (Figura 4h) (ALMEIDA, 2004).

Tabela 1 – Levantamento do estado de conservação dos monumentos

Categorias	Denominação	Pichado	Peças furtadas	Dano por ação do tempo	Bom estado de conservação
Busto	1. Padre Cacique de Barros	-	-	Sim	-
	2. Engenheiro Luiz Englert	-	Sim	-	-
	3. Samuel Hahnemann	-	Sim	-	-
	4. Annes Dias	-	Sim	-	-
	5. Licínio Cardoso	Sim	Sim	-	-
	6. Duque de Caxias	-	-	Sim	-
	7. Santos Dumont	-	-	-	Sim
	8. Almirante Tamandaré	Sim	-	-	-
	9. Mascarenhas de Morais	-	-	Sim	-
	10. Imperatriz Leopoldina	-	Sim	-	-
	TOTAL	**2**	**5**	**3**	**1**
Cabeça	11. Carlos Gomes	Sim	Sim	-	-
	12. Chopin	-	Sim	-	-
	TOTAL	**1**	**2**	**-**	**-**
Chafariz	13. Chafariz Imperial	-	-	Sim	-
	14. Chafariz Menino com Concha	-	-	Sim	-
	15. Fonte Luminosa	-	-	Sim	-
	TOTAL	**-**	**-**	**3**	
Estátua	16. Gaúcho Oriental		Sim		-
	TOTAL	**-**	**1**	**-**	**-**
Marco	17. Obelisco Sírio-Libanês	-	Sim	-	-
	18. Obelisco Israelita *	Sim	Sim		-
	19. Marco Coluna Brasileira	Sim	Sim	-	-
	20. Marco Homenagem a Beethoven	-	Sim	-	-
	TOTAL	**2**	**4**	**-**	**-**
Conjunto monumental	21. Monumento ao Expedicionário - Arco	Sim	-	-	-
	TOTAL	**1**	**-**	**-**	**-**
Relevo	22. João Wesley	Sim	Sim	-	-
	TOTAL	**1**	**1**	**-**	**-**
Outros marcos e decoração pública	23. Mortos Combate ao Comunismo	-	Sim	-	-
	24. Marco Contra Armas Brinquedo	-	-	Sim	-
	25. Frades de Arenito	-	-	Sim	-
	26. Bebedouro Ferro Fundido	-	-	Sim	-
	27. Buda - Recanto Oriental	Sim	-	-	-
	28. Placa Os Lusíadas	-	-	Sim	-
	29. Frades de Arenito II	Sim	-	-	-
	30. Rosa dos Ventos - Recanto Solar	-	-	Sim	-
	31. Imigração Judaica	-	Sim	-	-
	32. Monumento a Francisco de Assis	-	Sim	-	-
	33. Marco da Exposição Farroupilha	-	Sim	-	-
	34. Lanceiros Negros	-	-	Sim	-
	TOTAL	**2**	**4**	**6**	**-**
TOTAL GERAL		**9**	**17**	**12**	**1**

Fonte: elaborada pelos autores
Nota: o Obelisco Israelita, embora esteja fora dos limites do Parque Farroupilha, é considerado patrimônio do Parque.

Figura 4 – Exemplos de monumentos do Parque Farroupilha

(a) Busto



Fonte: autores
Nota: 7- Santos Dumont - Figura 5

(b) Cabeça



Fonte: autores
Nota: 11- Carlos Gomes - Figura 5

(c) Chafariz



Fonte: autores
Nota: 13 - Chafariz Imperial - Figura 5

(d) Estátua



Fonte: autores

Nota: 16 - Gaúcho Oriental - Figura 5

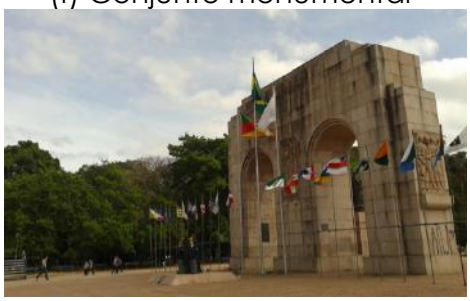
(e) Marco



Fonte: autores

Nota: 19 - Coluna Brasileira - Figura 5

(f) Conjunto monumental



Fonte: autores

Nota: 21- Monumento ao Expedicionário - Figura 5

(g) Relevo



Fonte: autores; Almeida, 2004

Nota: 22 - João Wesley. Imagem atual com a placa em relevo furtada e imagem de 1999 com a placa original - Figura 5

(h) Decoração pública



Fonte: autores

Nota: 27. Buda - Recanto Oriental - Figura 5

As entrevistas foram realizadas, em outubro de 2014, com 30 vendedores ambulantes no Parque Farroupilha e os questionários foram aplicados presencialmente e via internet, entre dezembro de 2014 e janeiro de 2015, a 126 respondentes (Tabela 2), divididos em três grupos: frequentadores do Parque Farroupilha (42,9% - 54 de 126) que praticam atividades de lazer, esporte ou que utilizam o Parque como passagem; moradores dos bairros do entorno do Parque (17,5% - 22 de 126) - Santana, Farroupilha, Bom Fim e Cidade Baixa, com apenas um destes não sendo usuário do Parque; e comerciantes (39,7% - 50 de 126), nomeadamente, os lojistas das edificações do entorno (60% - 30 de 50 – destes, quatro não são usuários do Parque), vendedores ambulantes (22% - 11 de 50) no Parque Farroupilha, e expositores da Feira Ecológica/Brique da Redenção (18% - 9 de 50) (Tabela 2).

Devido ao fato da Lei Municipal nº11.845/15 (CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE, 2015) convocar um plebiscito sobre a ideia de cercamento do Parque Farroupilha mas não apresentar uma proposta para tal, foi proposto um cercamento hipotético para verificar o seu impacto sobre a percepção de segurança das pessoas.

As informações obtidas nos questionários foram transferidas do Lime Survey (onde o questionário estava hospedado) para o SPSS/PC (*Statistical Package for Social Sciences*) e analisadas através de testes estatísticos não-

paramétricos, tais como frequências e tabulações cruzadas (Phi) entre variáveis nominais, e Kruskal-Wallis, entre variáveis nominais e ordinais.

Tabela 2 - Amostras dos respondentes dos questionários

GRUPO	CARACTERÍSTICAS DO GRUPO	ACESSO AO QUESTIONÁRIO	TOTAL DAS AMOSTRAS 126 (100%)
FREQUENTADORES	Praticam atividades no Parque ou o utilizam como passagem	15 questionários aplicados presencialmente (e posteriormente transcritos para o Programa Lime Survey pelos pesquisadores) e distribuição de panfletos no Parque Farroupilha com o endereço virtual do questionário no Lime Survey e compartilhamento do endereço virtual em carta via rede social e e-mail para outros frequentadores	54 (42,9%)
MORADORES	Residentes dos bairros do entorno: Santana, Farroupilha, Cidade Baixa e Bom Fim	Distribuição de panfletos com endereço virtual nas caixas de correio dos edifícios residenciais que fazem frente ao Parque Farroupilha e distribuição no Parque de panfletos com o endereço virtual do questionário no Lime Survey para moradores destes bairros.	22 (17,5%)
COMERCIANTES	Lojistas que exercem atividades em edificações do entorno; vendedores ambulantes no Parque Farroupilha; e expositores da Feira Ecológica/ Brique da Redenção.	Questionários aplicados presencialmente, cujas respostas foram transcritas e posteriormente transcritos para o questionário no programa Lime Survey.	50 (39,7%)

3 RESULTADOS

3.1 Atuais níveis de segurança no interior e limites do Parque

Um percentual expressivo (39,6% - 50 de 126) de respondentes percebe atualmente o Parque Farroupilha como inseguro ou muito inseguro, e apenas a metade deste percentual (19,8% - 25) o percebe como seguro. Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre as percepções de segurança dos três grupos (K-W), embora a insegurança seja mais percebida entre os frequentadores (42,6% - 23 de 54) e comerciantes (42% - 21 de 50) do que entre os moradores (27,3% - 6 de 22) (Tabela 3). A percepção de insegurança por todos os grupos reflete-se no uso frequente do eixo central, percebido como mais seguro conforme comentários de respondentes contatados pessoalmente.

Tabela 3 - Percepção de segurança no Parque Farroupilha

Você considera o Parque Farroupilha:	Frequentadores	Moradores	Comerciantes	Total
Muito inseguro	6 (11,1%)	0 (0,0%)	4 (8%)	10 (7,9%)
Inseguro	17 (31,5%)	6 (27,3%)	17 (34%)	40 (31,7%)
Nem seguro, nem inseguro	21 (38,9%)	15 (68,2%)	15 (30%)	51 (40,5%)
Seguro	10 (18,5%)	1 (4,5%)	14 (28%)	25 (19,8%)
Muito seguro	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)	0 (0,0%)
mvo (K-W)	**60,88**	**65,32**	**65,53**	**-**
Total	54 (100%)	22 (100%)	50 (100%)	126 (100%)

Nota: Os valores entre parênteses referem-se aos percentuais das amostras individuais em relação ao total de cada grupo e ao total dos 126 respondentes; mvo K-W=média dos valores ordinais obtidos através do teste Kruskall-Wallis (K-W), sendo que quanto menor este valor, maior o nível de insatisfação com a segurança do Parque.

As cinco principais razões para a avaliação negativa da segurança são: policiamento insuficiente (77% - 97 de 126); pouca iluminação (69,8% - 88 de

126); presença de tráfico e usuários de drogas (54,8% - 69 de 126); número insuficiente de câmeras de segurança (42,1% - 53 de 126); e existência de prostituição (29,4% - 37 de 126) (Tabela 4).

Tabela 4 - Razões para a avaliação da segurança no Parque Farroupilha

Razões da avaliação da segurança	Avaliação da segurança					Total
	Muito inseguro	Inseguro	Nem seguro, nem inseguro	Seguro	Muito seguro	
Policiamento insuficiente	10 (7,9%)	38 (30,2%)	41 (32,5%)	8 (6,3%)	0 (0,0%)	97 (77%)
Pouca iluminação	8 (6,3%)	31 (24,6%)	40 (31,7%)	9 (7,1%)	0 (0,0%)	88 (69,8%)
Presença de tráfico e usuários de drogas	8 (6,3%)	29 (23%)	28 (22,2%)	4 (3,2%)	0 (0,0%)	69 (54,8%)
Nº insuficiente de câmeras	5 (4%)	25 (19,8%)	20 (15,9%)	3 (2,4%)	0 (0,0%)	53 (42,1%)
Existência de prostituição	4 (3,2%)	17 (13,5%)	13 (10,3%)	3 (2,4%)	0 (0,0%)	37 (29,4%)

Caso o Parque Farroupilha fosse cercado, verifica-se que a percepção de insegurança (33,3% - 42 de 126) e de segurança (25,4% - 32 de 126)(Tabela 5) respectivamente, diminuiria e aumentaria apenas um pouco em relação às percepções de insegurança e seguranças atuais (Tabela 3), continuando a ser preponderante a percepção de insegurança no Parque. Embora para o grupo dos moradores prepondere a percepção do Parque cercado como seguro ou muito seguro (36,3% - 8 de 22) sobre a percepção de inseguro ou muito inseguro (27,2% - 6 de 22), este percentual ainda é expressivo (quase 1/3 da amostra). Adicionalmente, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre os três grupos quanto à percepção de segurança no Parque Farroupilha em caso de um possível cercamento (K-W) (Tabela 5). Logo, a hipótese de um Parque Farroupilha cercado não gerou maiores alterações nas percepções de insegurança no Parque por parte dos três grupos.

Tabela 5 - Percepção de segurança no Parque Farroupilha em caso de cercamento

Em caso de um possível cercamento o Parque Farroupilha ficaria:	Frequentadores	Moradores	Comerciantes	Total
Muito inseguro	11 (20,4%)	1 (4,5%)	6 (12%)	18 (14,3%)
Inseguro	10 (18,5%)	5 (22,7%)	9 (18%)	24 (19%)
Nem seguro, nem inseguro	23 (42,6%)	8 (36,4%)	21 (42%)	52 (41,3%)
Seguro	8 (14,8%)	7 (31,8%)	11 (22%)	26 (20,6%)
Muito seguro	2 (3,7%)	1 (4,5%)	3 (6%)	6 (4,8%)
mvo (K-W)	**60,88**	**65,32**	**65,53**	**-**
Total	54 (100%)	22 (100%)	50 (100%)	126 (100%)

Nota: Os valores entre parênteses referem-se aos percentuais das amostras individuais de cada grupo e em relação ao total de 126 respondentes dos três grupos; mvo K-W=média dos valores ordinais obtidos através do teste Kruskall-Wallis (K-W), sendo que quanto menor este valor, maior o nível de insatisfação com a segurança do Parque.

Dentre os locais percebidos atualmente como mais inseguros estão os que apresentam características que não seriam alteradas por um cercamento, tais como: fundos do Araújo Viana (38,1% - 48 de 126) - local com a presença de tráfico de drogas e baixo movimento de pedestres, conforme os próprios respondentes; ex-Mini Zoológico (32,5% - 41 de 126) e local próximo ao viaduto da Av. João Pessoa (31,7% - 40 de 126) – são locais próximos à Av. Eng. Luiz Englert, que apresenta um baixo movimento de pessoas e, consequentemente, baixa supervisão visual; banheiros (23% - 29 de 126) –

com exceção do fato que não poderiam ser utilizados quando o Parque estivesse fechado, não parece que um cercamento teria maiores impactos positivos sobre a segurança neste local; local próximo ao Instituto de Educação (16,7% - 21 de 126) - próximo à Av. Setembrina, que também apresenta um baixo movimento de pessoas e, consequentemente, baixa supervisão visual. Outros locais que estão entre os mais inseguros [Estátua de Buda (18,3% - 23 de 126), Lago (15,9% - 20 de 126) e Orquidário (15,1% - 19 de 126)] parece que não teriam a segurança melhorada pela existência de um cercamento e consequente fechamento do Parque à noite, já que são locais de uso mais contemplativo e diurno (Tabela 6; Figura 5). Contudo, foram encontradas relação estatisticamente significativa (Tabulação cruzada, Phi) entre as indicações dos seguintes locais pelos três grupos: ex-mini zoológico (Phi=0,242, sig.=0,025); próximo ao viaduto da Av. João Pessoa (31,7% - 40 de 126) (Phi=0,281, sig.=0,007); banheiros (23% - 29 de 126) (Phi= 0,230, sig.= 0,036); próximo ao Instituto de Educação (Phi=0,314, sig.=0,002); e orquidário (Phi=0,218, sig.=0,050). As diferenças estão, fundamentalmente, entre as indicações destes locais como inseguros por um menor número de comerciantes do que por frequentadores e moradores.

Tabela 6 - Locais considerados mais inseguros no interior do Parque Farroupilha

Locais indicados pelos respondentes como inseguros no interior do Parque Farroupilha	**Frequentadores** 54 (100%)	**Moradores** 22 (100%)	**Comerciantes** 50 (100%)	**Total 126 (100%)**	**Sig.**	**Phi**
	n.a (%)	**n.a (%)**	**n.a (%)**	**n.a (%)**		
Fundos do Araújo Viana	23 (42,6%)	11 (50%)	14 (28%)	48 (38,1%)	0.139	0,177
Ex-Mini Zoológico	18 (33,3%)	12 (54,5%)	11 (22%)	41 (32,5%)	0,025	0,242
Próximo ao viaduto da Av. João Pessoa	24 (44,4%)	8 (36,4%)	8 (16%)	40 (31,7%)	0,007	0,281
Banheiros	18 (33,3%)	5 (22,7%)	6 (12%)	29 (23%)	0,036	0,230
Estátua do Buda	12 (22,2%)	6 (27,3%)	5 (10%)	23 (18,3%)	0,132	0,179
Próximo ao Instituto de Educação	16 (29,6%)	3 (13,6%)	2 (4%)	21 (16,7%)	0,002	0,314
Lago	9 (16,7%)	3 (13,6%)	8 (16%)	20 (15,9%)	0,947	0,029
Orquidário	13 (24,1%)	2 (9,1%)	4 (8%)	19 (15,1%)	0,050	0,218

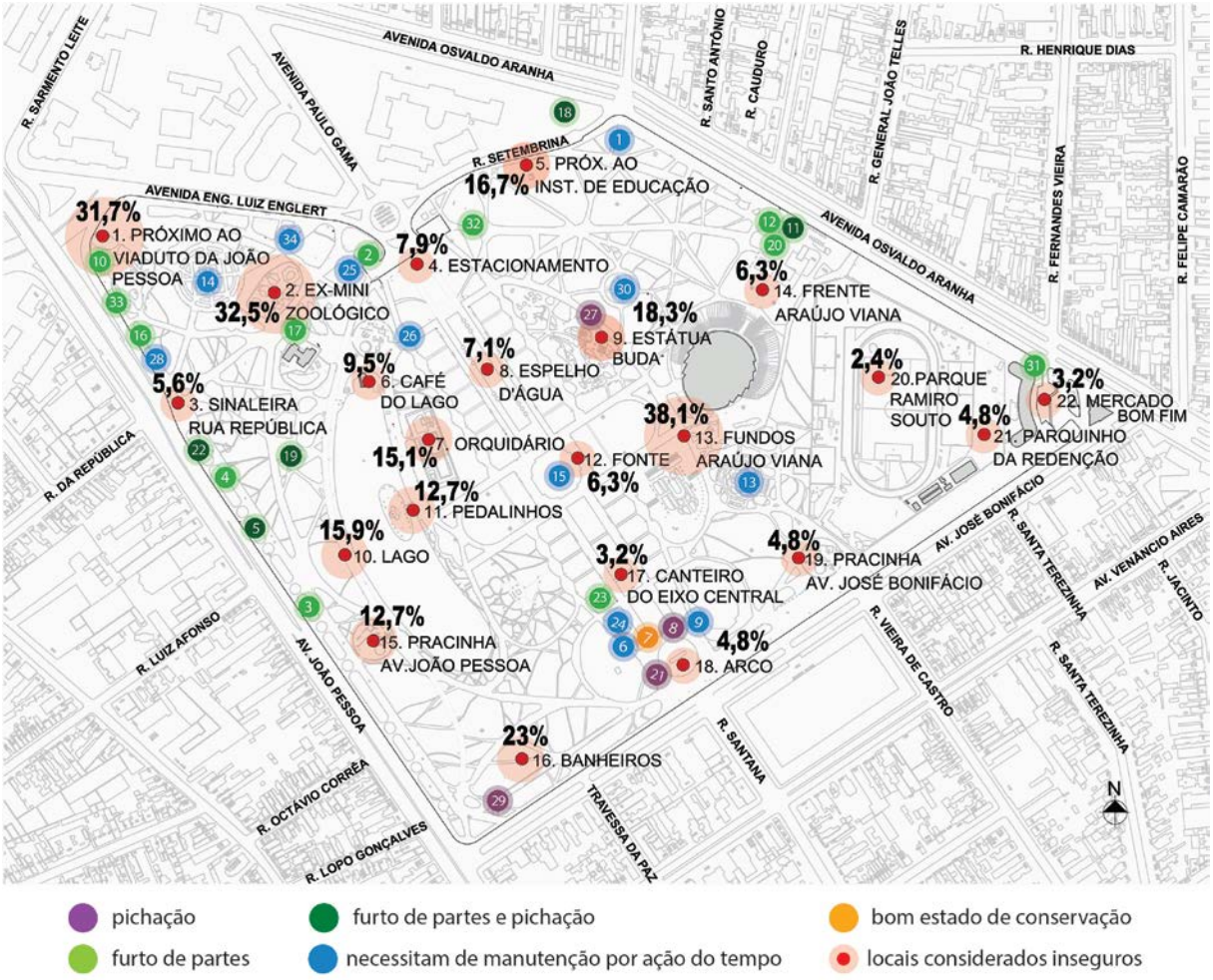
Nota: n.a (%)= número absoluto de respondentes que mencionaram o local em questão (porcentagem de respondentes em relação às amostras individuais ou total de 126 respondentes; os respondentes podem ter mencionado mais de um local.

3.2 Relação entre os níveis de depredação do patrimônio público e os níveis de segurança e visibilidade onde tal patrimônio se encontra no parque.

Foram analisados 34 monumentos distribuídos no entorno e interior do Parque Farroupilha (Figura 5). Foi constatado que: 61,7% (21 de 34) dos monumentos possuem sinais de vandalismo, sendo que deste total, 80,9% (17 de 21) tiveram partes furtadas e 42,8% (9 de 21) foram pichados (Figura 5 e Tabela 1); 35,2% (12 de 34) com necessidade de manutenção por ação do tempo; e apenas um monumento estava em bom estado de conservação. Os monumentos com sinais de vandalismo estão basicamente localizados nas bordas do Parque, e os que necessitam apenas de manutenção por danos provocados pela ação do tempo estão dispostos no interior do Parque (Figuras 5, 6, 7, 8 e 9). Estes fatos sugerem que um cercamento impediria o

acesso direto das ruas a tais monumentos, dificultando o acesso aos mesmos e reduzindo as ações de vandalismo.

Figura 5 - Levantamento do estado de conservação dos monumentos



Fonte: autores

No entanto, a maioria das depredações nos monumentos estavam relacionadas ao furto de partes que poderiam oferecer algum valor de venda, principalmente placas em bronze. Esta informação foi confirmada pelo administrador do Parque, o qual disse que a prática de vandalismo com maior incidência é o roubo de partes dos monumentos que tenham valor comercial (Figuras 6 e 8). Com propósito de evitar furtos, a restauração dos monumentos prevê a substituição das partes em bronze por peças em resina sem valor comercial. Neste sentido, um possível cercamento não teria efeito sobre este tipo de depredação, uma vez que as partes em resina deixariam de ser alvo de furtos.

As pichações (Figuras 6 e 9) foram identificadas em vários monumentos e também em algumas árvores, mas de forma menos expressiva do que o furto de partes. Segundo o administrador do Parque, "os pichadores estão sempre presentes no Parque. Eles são grupos específicos, estão em todos os horários,

sempre esperando uma oportunidade". Portanto, o fato do Parque estar cercado não impediria a circulação nem a presença destes vândalos, principalmente por não terem horário específico para agir.

Figura 6 – Pichação e furto de partes



Fonte: autores

Nota: 5 - Licínio Cardoso - Figura 5

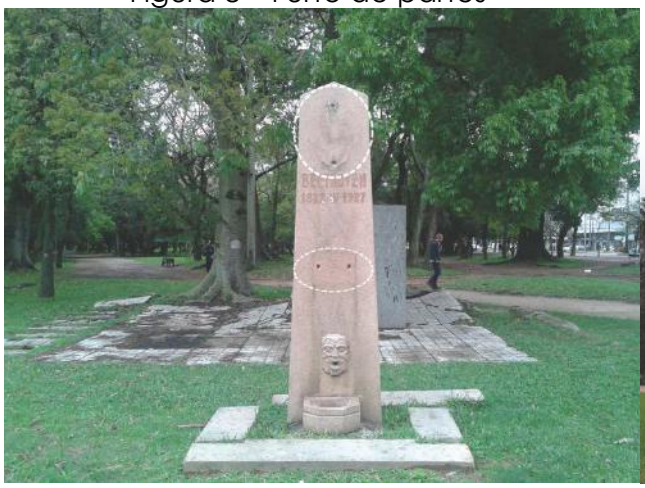
Figura 7 - Falta de manutenção



Fonte: autores

Nota: 28 - Os Lusíadas - Figura 5

Figura 8 – Furto de partes



Fonte: autores

Nota: 20 - Homenagem a Beethoven - Figura 5

Figura 9 – Pichação



Fonte: autores

Nota: 8 – Almirante Tamandaré - Figura 5

Ainda, não foi identificada uma relação direta entre as áreas consideradas mais inseguras pelos respondentes e o estado de conservação dos monumentos, havendo monumentos com partes furtadas e monumentos pichados tanto próximos quanto distantes de áreas percebidas como mais inseguras (Figura 5). Os monumentos com partes furtadas ou pichados estão em locais com boa visibilidade por parte dos transeuntes (Figuras 8 e 9).

4 CONCLUSÕES

A relação entre os níveis de segurança no interior, adjacências e proximidades do Parque Farroupilha e a ideia de cercá-lo ou não, revela que um percentual expressivo do total dos respondentes percebe o Parque Farroupilha como inseguro ou muito inseguro. As principais razões para a avaliação negativa da segurança revelam que, provavelmente, a melhoria em três destas (policiamento, iluminação, câmeras de segurança) provocaria uma redução, pelo menos, na presença de tráfico e usuários de drogas. Estas melhorias coincidem com aquelas propostas por pessoas contrárias ao cercamento (Ely, 2015). Por outro lado, um cercamento do Parque, tenderia a aumentar a quantidade de locais propícios para tais presenças devido à provável redução do movimento e supervisão visual por parte dos usuários do Parque. Adicionalmente, a hipótese de um Parque Farroupilha cercado não gerou maiores alterações nas percepções de insegurança por parte dos três grupos. Verifica-se que dentre os locais percebidos como mais inseguros estão aqueles que apresentam características que não seriam melhoradas por um cercamento, tais como baixo movimento e baixa supervisão visual dos espaços abertos por parte de pessoas nos próprios espaços abertos e em edificações adjacentes.

Em relação aos níveis de depredação do patrimônio conclui-se que um cercamento poderia impedir o acesso direto das ruas à tais monumentos e, com isso, reduziria as ações de vândalos, visto que, o maior número de monumentos vandalizados estão localizados nas bordas do Parque. Considerando que as partes em metal dos monumentos serão substituídas por réplicas, o problema de furto de peças para venda seria eliminado.

Assim, as análises realizadas sugerem que ações como intensificar o policiamento, melhorar a iluminação e aumentar a quantidade de câmeras de vigilância, minimizariam a ocorrência de vandalismo e reduziriam o nível de insegurança das pessoas, e seriam bem mais efetivas do que cercar um parque urbano como o Farroupilha.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. F. A. A escultura pública de Porto Alegre: História, contexto e significado. Porto Alegre: Artfolio, 2004

BOCHI, T., GREGOLETTO, D. & REIS, A. Cercamento de parques urbanos conforme a percepção de usuários comerciantes. In: **Anais do XVI CONGRESSO ARQUISUR – FADU**. Buenos Aires, 2012.

CÂMARA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE. **Lei Municipal nº11.845/15** de 28 de maio de 2015. Convoca consulta à população, mediante plebiscito, a respeito do cercamento do Parque Farroupilha – Parque da Redenção. Câmara Municipal de Porto Alegre, Porto Alegre, RS, 28 mai. 2015. Disponível em: <http://www.camarapoa.rs.gov.br>. Acesso em: 15 de abril de 2015.

GEHL, J. **Cidade para pessoas.** São Paulo, F.D: Perspectiva, 2013.

ICOMOS (INTERNATIONAL COUNCIL ON MONUMENTS AND SITES). Disponível em: < http://www.international.icomos.org/fr/>. Acesso em 20 de outubro de 2014.

JACOBS, J. **Morte e vida de grandes cidades**. 3° ed. São Paulo, D.F: WMF Martins Fontes, 2000.

LING, A. **Cercar espaços públicos é errado em todos os sentidos imagináveis**. Disponível em:<http://caosplanejado.com/cercar-espacos-publicos-e-errado-em-todos-os-sentidos-imaginaveis/>. Acesso em: 14 de fevereiro de 2016.

MARCUS, C. & FRANCIS, C. **People places: design guidelines for urban open space**. 2°ed. New York, D.F: John Wiley, 1998.

REIS, A.; LAY, M. C. **As Técnicas de APO como Instrumento de Análise Ergonômica do Ambiente Construído**. Gramado, RS: Curso III Encontro Nacional - I Encontro Latino-Americano de Conforto no Ambiente Construído, ANTAC - Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 1995.

SMITH, N. **The new urban frontier.** Gentrification and the revanchist city. Londres: Routledge, 1996.

STIGGER, M.; MELATI, F. & MAZO, J. Parque Farroupilha: memórias da constituição de um espaço de lazer em Porto Alegre, Rio Grande do Sul – Brasil. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 21, n. 1, p. 127-138, 2010.

VOORDT, D. & WEGEN, H. The Delft Checklist on Safe Neighborhoods. **Journal of Architectural and Planning Research**, v. 10, n° 4, p. 341-356, 1993.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MINHA CASA MINHA VIDA: ANÁLISE DA PERCEPÇÃO DE VALOR SOBRE AS ÁREAS COMUNS[1]

MARQUES, Laura M. (1); MIRON, Luciana I. G. (2)

(1) UFRGS, e-mail: laumarq@gmail.com; (2) UFRGS, e-mail: luciana.miron@ufrgs.br

RESUMO

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) representa um marco na trajetória dos programas nacionais de habitação, dado o volume de investimentos e a quantidade de unidades habitacionais construídas. Em contraponto, pesquisas têm apontado problemas em relação ao que se tem produzido através do programa, incluindo o não atendimento das necessidades dos usuários no que se refere aos espaços comuns dos empreendimentos. O presente artigo apresenta os resultados finais de uma dissertação de mestrado que teve como objetivo analisar a percepção de valor dos usuários sobre as áreas comuns de empreendimentos construídos pelo PMCMV. A estratégia de Estudo de Caso foi aplicada a empreendimentos destinados às famílias de baixa renda (Faixa 1/FAR) beneficiadas pelo programa, no Município de São Leopoldo/RS. Uma contribuição do trabalho foi a utilização de técnicas que permitissem a explicitação da percepção do valor para os usuários, desde os níveis mais concretos para os mais abstratos. Outra contribuição foi a discussão sobre a interferência da gestão no uso dos espaços comuns de empreendimentos realizados pelo PMCMV, sendo um componente importante para a percepção de valor.

Palavras-chave: Áreas comuns. Habitação de interesse social. Minha casa minha vida. Percepção de valor.

ABSTRACT

The Government Program MCMV (so called Minha Casa Minha Vida or My House My Life) represents a landmark in the trajectories of Brazilian housing government programs due to both the large scale of funding and the high numbers of yielded housing unit. Conversely, studies have been pointing to problems to what has been produced through this program, including the lack of fulfillment of the needs of people contemplated by the program, mainly when one considers the common spaces. This article presents the final results of a dissertation that aimed to analyze the users' value perception of the common areas of projects built by PMCMV. The case study strategy was applied to projects aimed at low-income families (range 1 / FAR) benefited from the program, in São Leopoldo / RS. A contribution of work was the use of techniques that allow the explanation of the perception of value to users, from the concrete to the more abstract levels. Another contribution was the discussion of interference management in the use of common spaces of projects carried out by PMCMV, an important component to the perception of value.

Keywords: *Common areas. Social housing. Minha casa minha vida program. Perception of value.*

[1] MARQUES, Laura M.; MIRON, Luciana I. G. Minha Casa Minha Vida: análise da percepção de valor sobre as áreas comuns. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o governo federal tem investido recursos por meio de programas de incentivo à produção de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social – EHIS, com o objetivo de reverter a situação do déficit habitacional relacionado ao público de baixa renda. Entre esses está o Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, que representa um marco na trajetória dos programas nacionais de habitação, considerando o volume de investimentos públicos e privados, a quantidade de unidades habitacionais produzidas e a sua área de abrangência (CIUFFOLINI, SHIMBO, 2013). Até maio de 2014, haviam sido contratadas mais de 3 milhões de unidades habitacionais (UH), distribuídas em todas as Unidades da Federação (CAIXA, 2014).

Entretanto, mesmo com uma redução do déficit, estudos indicam a persistência de problemas relacionados ao não atendimento das necessidades dos usuários dos EHIS produzidos através do programa, sendo diversos desses problemas relativos às áreas comuns dos empreendimentos (MEDVEDOVSKI e BERGER, 2012; MILANO, 2013; ROLNIK, 2014; ROSA; PEQUENO; SILVA, 2014).

Somente na Região Metropolitana de Porto Alegre, das UH contratadas através do programa para famílias de baixa renda (Faixa 1/FAR/ MCMV) até 2012, 77% foram registradas sob a forma de condomínio (BRASIL, 2013b). Tal formato tem acarretado na configuração de áreas comuns privadas a serem geridas pelos moradores. A partir dessa vasta implementação de condomínios para famílias de baixa renda, através do MCMV, e dos problemas constatados nas áreas comuns desses empreendimentos, percebeu-se ser relevante a investigação dessas áreas.

Paralelamente, pesquisas recentes têm apontado a percepção de valor dos usuários como uma fonte de evidência importante na avaliação de empreendimentos habitacionais de interesse social (GRANJA; KOWALTOWSKI, 2011; BONATTO; MIRON; FORMOSO, 2011; BRITO; FORMOSO; ROCHA, 2012; KOWALTOWSKI *et al*., 2013).

A partir desse contexto, o presente artigo apresenta os resultados de uma dissertação de mestrado que buscou analisar a percepção de valor com relação às áreas comuns de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida.

1.1 As áreas comuns

Para o presente trabalho, adotou-se a definição de espaços comuns utilizada por Medvedovski (2009), que os considera como ambientes intermediários entre o público e o privado, espaços coletivos que compreendem desde os acessos no nível da edificação, até as áreas exteriores ao empreendimento, com a finalidade de congregação, lazer, conforto, bem como o compartilhamento de estruturas técnicas de suporte das atividades da moradia.

No caso do PMCMV, os espaços comuns obrigatórios, previstos para os empreendimentos, compreendem (BRASIL, 2013a):

- áreas condominiais, abertas e fechadas;
- equipamentos de uso comum - espaço coberto para uso comunitário, espaço aberto para lazer infantil e quadra de esportes.

2 METODOLOGIA

A estratégia de pesquisa adotada foi o Estudo de Caso, tendo como delimitação empreendimentos destinados a famílias de baixa renda, beneficiárias do PMCMV (Faixa 1/FAR), no Município de São Leopoldo/RS.

A pesquisa foi desenvolvida em quatro etapas principais: (a) COMPREENSÃO DO CONTEXTO E DA TEORIA, com a busca do entendimento sobre o contexto e definição do problema de pesquisa; (b) CONFIGURAÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO, com uma sistematização de dados inicialmente obtidos, consulta a profissionais da área de estatística e desenvolvimento de protocolo de coleta de dados; (c) AVALIAÇÕES, com coleta e análise dos dados, em empreendimentos selecionados, considerando a delimitação de pesquisa, e; (d) RESULTADOS, com a interpretação dos resultados obtidos.

Na primeira etapa, foi realizada uma coleta de dados através de Entrevistas com técnicos de Serviço Social (Assistentes Sociais e Chefe do Serviço Social) da Prefeitura de São Leopoldo e técnicos da CAIXA, das Gerências Porto Alegre (Supervisor de Filial – HIS e Assistente de Projetos Sociais) e Vale dos Sinos (Assistente de Projetos Sociais).

Na segunda, foi aplicado um questionário piloto em um EHIS localizado em Porto Alegre/RS. A partir disso, a versão final do questionário semi-estruturado foi organizada em três campos, com questões predominantemente qualitativas. No campo "introdução", destinado às questões para caracterização do empreendimento, foi planejada uma breve apresentação a ser feita pelo entrevistador, incluindo o comprometimento em manter o anonimato das respostas. No campo "observações", o pesquisador anotava quaisquer informações relevantes.

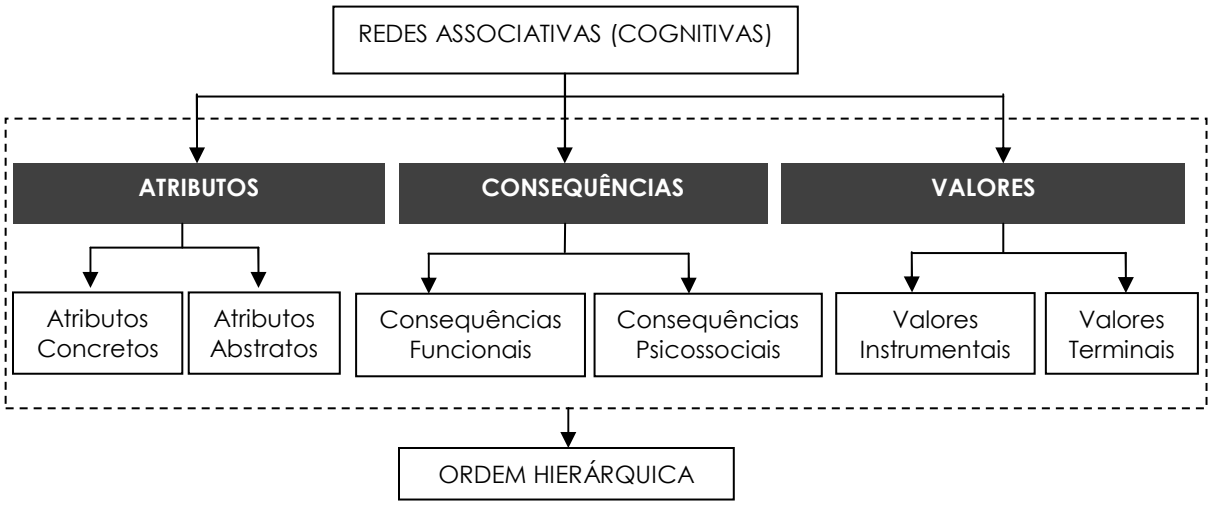
No campo "melhores e piores características", utilizou-se a técnica *Laddering*[2], iniciada pelo questionamento de quais seriam as cinco melhores e as cinco piores características das áreas comuns de onde o entrevistado morava, e por quê. A técnica *Laddering* é aplicada por entrevistas em profundidade, desenvolvidas com o objetivo de entender como os consumidores (usuários) traduzem os atributos dos produtos (ou de ambientes construídos) em associações significativas com respeito a seus valores pessoais, através das Cadeias Meios-Fins (Gutman, 1982). As entrevistas envolvem uma série de perguntas do tipo "por que isto é importante para você?"; com o intuito específico de diminuir a rede

[2] Destacada por Reynolds e Gutman (1988), a técnica *Laddering* é recomendada para pesquisas que abordam o valor para o consumidor segundo os moldes da teoria de Cadeias Meios-Fins, revelando a hierarquia de valor definida por elementos-chave, bem como as relações entre esses elementos.

associativa entre "atributos", "consequências" e "valores" (REYNOLDS; GUTMAN, 1988).

Como forma de aprofundar a estruturação do conhecimento sobre a percepção de valor do consumidor/usuário, Zinas e Jusan (2010) ampliaram a discussão dos níveis hierárquicos propostos por Gutman (1982) e elaboraram um diagrama, contendo a subdivisão de atributos em concretos e abstratos; de consequências, em funcionais e psicossociais; e de valores, em instrumentais e terminais, como é possível observar na Figura 1. Este diagrama foi utilizado como base de análise para a pesquisa.

Figura 1 – Mapa de Hierarquia de Valor (MHV)



Fonte: Zinas e Jusan (2010)

As avaliações foram realizadas em três empreendimentos selecionados para estudo de caso. Todos os 3 EHIS foram construídos até 2011 através do MCMV no Município de São Leopoldo, "EHIS 1, 2 e 3", com 240, 144 e 256 UH respectivamente. O questionário foi aplicado junto aos moradores (usuários) de forma presencial, com a visita da equipe de coleta nos EHIS. O mesmo questionário foi aplicado junto aos técnicos da área de Serviço Social envolvidos na produção habitacional do MCMV, considerados como possíveis tomadores de decisão para o contexto do estudo (um técnico da CAIXA Vale dos Sinos e um técnico da Prefeitura de São Leopoldo).

Além do questionário semi-estruturado, foram utilizadas outras fontes de evidências, tais como: observação das áreas comuns, análise de dados do cadastro das famílias beneficiadas pelos empreendimentos, entrevistas com os técnicos envolvidos, entrevistas com os síndicos dos EHIS.

2.1 Caracterização dos empreendimentos analisados

Quando feitas as coletas de dados iniciais, observou-se que o EHIS 1 (primeiro implantado entre os três) apresentava certa organização, por parte dos próprios moradores, no que se refere à implementação de melhorias nas áreas comuns. A renda média das famílias originalmente beneficiárias desse EHIS era entre 1 e 2 salários mínimos, diferente dos EHIS 2 e 3 (cuja renda

média das famílias era de 0 a 1 SM), o que talvez justificasse, em parte, os investimentos realizados pelos próprios moradores nos primeiros anos de uso.

A implantação do EHIS 1 é marcada por um relevo acentuado, com áreas de lazer construídas em local de difícil acesso aos usuários, como é possível observar na Figura 2, onde crianças fazem um acesso alternativo.

Figura 2 – Vistas áreas comuns EHIS 1



Fonte: Marques (2015)

O EHIS 2, de menor porte, foi considerado o mais organizado entre os três empreendimentos (ver Figura 3). Mesmo sem reformas significativas feitas pelos próprios usuários ou pelo condomínio, apresentava uma relação entre condôminos aparentemente mais estruturada, talvez em função da atuação da síndica ou do menor número de pessoas. Além disso, o condomínio teve êxito em iniciativas, como a reconstrução de uma pracinha pelo poder público.

Figura 3 – Vistas áreas comuns EHIS 2



Fonte: (a)(b) Viana (2015); (c) Marques (2015)

O EHIS 3 (ver Figura 4), com menos tempo de uso que os demais (embora tivesse quase 3 anos de ocupação, até a coleta de dados da pesquisa), apresentou indícios de estagnação quanto à resolução de problemas e de exposição mais acentuada dos moradores à violência. Tal resultado é curioso, visto que este foi o único entre os empreendimentos analisados onde se reuniu beneficiários advindos de áreas próximas ao empreendimento.

Figura 4 – Vistas áreas comuns EHIS 3



Fonte: Marques (2015)

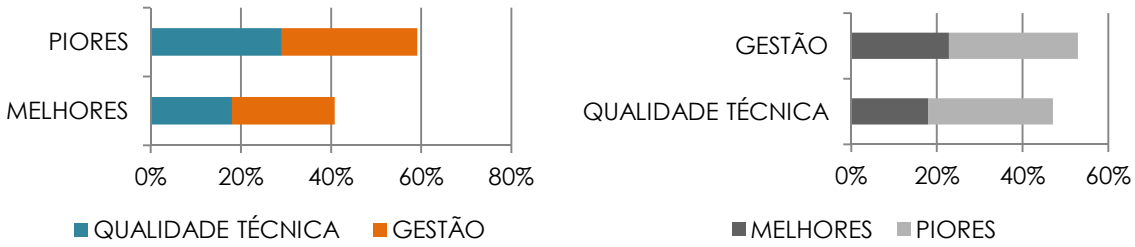
3 RESULTADOS

Com base nos resultados das coletas de dados, foi possível observar a valorização de constructos[3] relacionados às áreas comuns, tanto pelos usuários, quanto pelos técnicos envolvidos com a produção habitacional dos EHIS do PMCMV em São Leopoldo. Os constructos obtidos foram categorizados da seguinte maneira:

- **Qualidade Técnica:** aspectos relacionados ao projeto e à execução das áreas comuns, e ao seu desempenho quanto ao conforto ambiental, à adequação do espaço ao uso e à qualidade construtiva;
- **Gestão do Uso:** aspectos relacionados à gestão das áreas comuns, incluindo a administração condominial, bem como a educação e a convivência dos usuários nesses espaços.

Nas Figura 5 5, 6, 7 e 8 são apresentados os principais resultados das coletas de dados feitas nos três EHIS, os quais foram analisados em conjunto. Nas imagens, observa-se somente 41% de constructos percebidos por usuários como positivos. Além disso, mais da metade das características mencionadas (53%) eram relacionadas a aspectos de GESTÃO das áreas comuns.

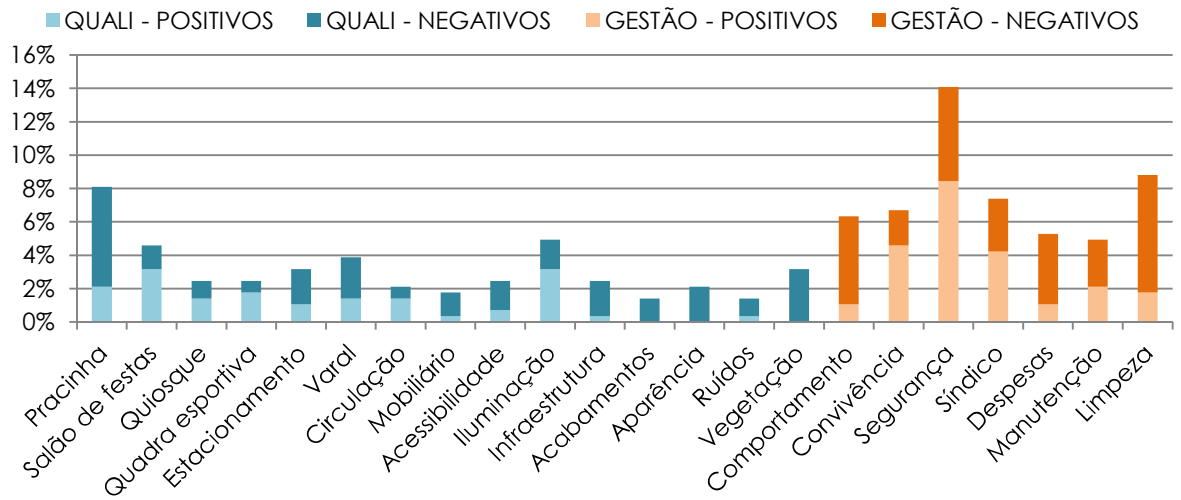
Figura 5 – Síntese de dados coletados com usuários



Fonte: Autores (2015)

[3] Constructo é um conceito consciente e deliberadamente inventado ou adotado com um propósito científico (MARCONI, LAKATOS, 2000).

Figura 6 – Constructos mencionados pelos usuários

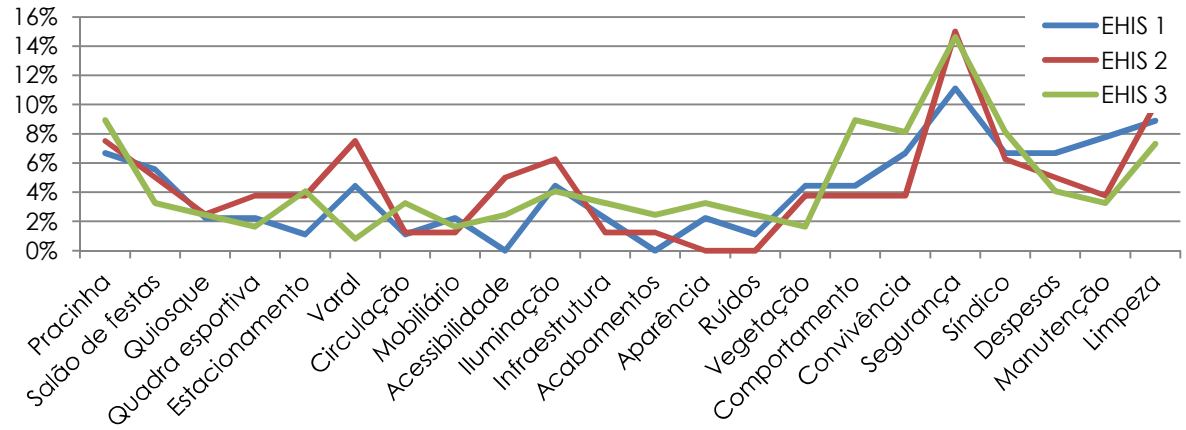


Fonte: Autores (2015)

De acordo com a coleta, os constructos mais valorizados pelos usuários são: segurança, limpeza, pracinha, atuação do síndico, convivência entre vizinhos e comportamento dos moradores, nessa ordem.

A Figura 7 apresenta uma sobreposição da incidência de constructos, considerando cada empreendimento em separado. Através dela, nota-se uma tendência geral sobre a percepção dos usuários, com picos em segurança, limpeza, pracinha, atuação do síndico e comportamento dos moradores, seguidos de espaço para varal, iluminação e manutenção.

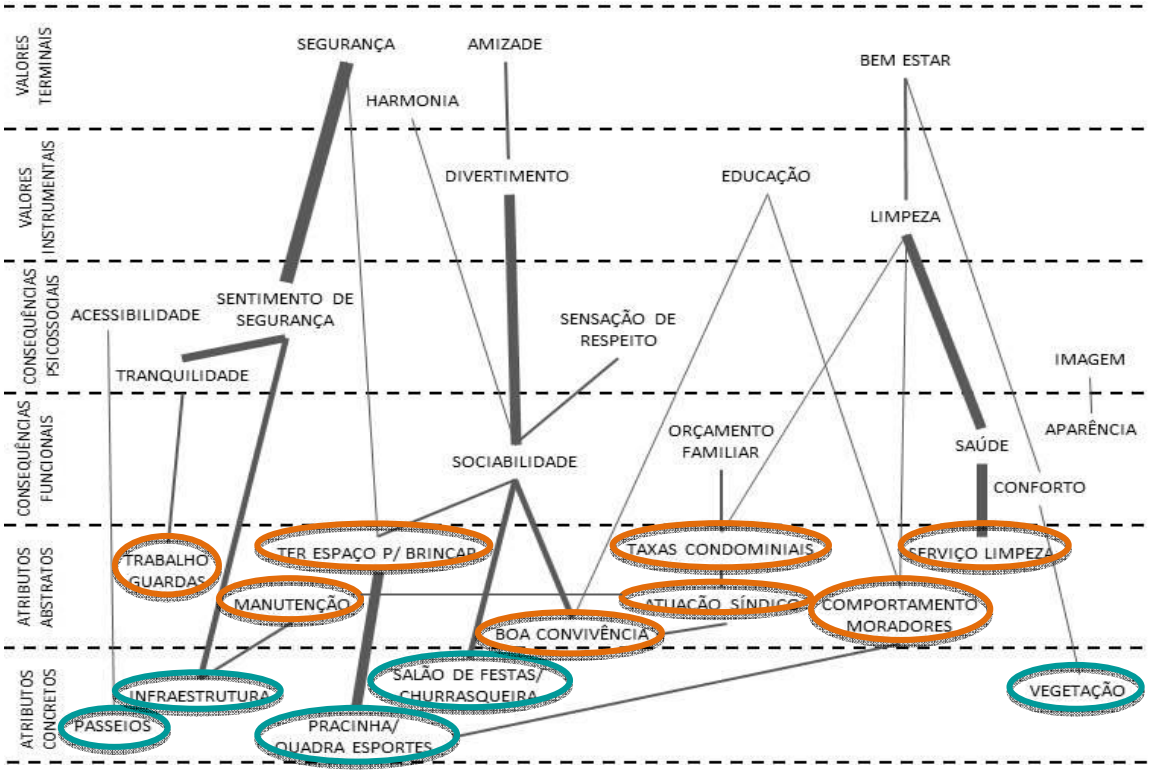
Figura 7 – Constructos mencionados usuários: proporção por EHIS



Fonte: Autores (2015)

Na Figura 8 está a análise da hierarquia de valor dos usuários, onde o maior número de relações entre constructos mencionados pelos usuários é representado, graficamente, com traços mais grossos.

Figura 8 – Mapa de hierarquia de valor dos 3 EHIS estudados - usuários



Fonte: Autores (2015)

SEGURANÇA, por exemplo, desponta como o constructo mais fortemente valorizado entre os usuários de todos os EHIS em estudo. O MHV da Figura 8 expõe a importância do TRABALHO DOS GUARDAS no acesso aos condomínios, por exemplo, como forma de obtenção da TRANQUILIDADE, um consequente SENTIMENTO DE SEGURANÇA, e a SEGURANÇA em si, em um nível maior de abstração. Para atingir o mesmo valor SEGURANÇA, houve também a menção à INFRAESTRUTURA, no sentido de se ter bons acabamentos, revestimentos e instalações comuns, de forma a viver sem riscos.

Como segundo constructo mais mencionado pelos usuários, a LIMPEZA aparece no MHV como um valor instrumental, relacionado ao BEM-ESTAR. Diversos usuários citaram a necessidade de contratação de um SERVIÇO DE LIMPEZA para as áreas comuns, como forma de obter SAÚDE. Assim, a LIMPEZA para a sua vida, num nível mais abstrato, é relacionada ao BEM-ESTAR. A limpeza aparece também decorrente do COMPORTAMENTO DOS MORADORES, ao utilizarem a pracinha e a quadra de esportes, equipamentos estes que são comumente sujos e depredados, tanto por moradores, quanto por visitantes.

Para fins de comparação, o mesmo questionário foi aplicado junto aos técnicos. Entre os aspectos ressaltados por eles estava, primeiramente, a PRIVATIZAÇÃO DAS ÁREAS COMUNS, decorrente da instituição de empreendimentos multiprediais sob forma de condomínio, tornando privadas áreas que nos loteamentos poderiam ser públicas, como ruas, praças e

associações de moradores. Esse constructo, citado como negativo, foi relacionado ao SENTIMENTO DE SEGURANÇA para usuários e SEGURANÇA para as suas vidas, pois funcionários da segurança pública alegam não possuir livre acesso às áreas de condomínio, podendo adentrá-las somente quando solicitado por moradores ou com mandado judicial. Os técnicos evidenciaram, também, a importância do COMPORTAMENTO DOS MORADORES, que interfere na consequência funcional CAPACIDADE DE VIVER EM CONDOMÍNIO, a qual interfere diretamente na permanência ou não dos beneficiários do programa em suas habitações.

Os resultados evidenciam o quanto a GESTÃO dos espaços comuns é valorizada, tanto por técnicos, quanto por usuários dos empreendimentos feitos través do PMCMV. A instituição de condomínios multiprediais para o público de baixa renda, sem o devido preparo das famílias, tem ocasionado uma série de problemas para o funcionamento dos EHIS, grande parte deles relacionados à gestão. Até mesmo a pracinha (atributo concreto mais valorizado pelos usuários), quando mencionada, foi relacionada a fatores de gestão dos empreendimentos, como segurança para as crianças, comportamento e educação dos moradores.

De uma maneira geral, os resultados do estudo evidenciam a dificuldade dos usuários com a adaptação à vida em um empreendimento privado multifamiliar. O registro de empreendimentos para a baixa renda como condomínios (77% das unidades habitacionais contratadas através do MCMV para a RMPA até 2012 - BRASIL, 2013b) acarreta hoje em uma extensa privatização de áreas comuns. Espaços que poderiam ser geridos pelo poder público, não só pela questão da limpeza e manutenção, mas também para permitir à polícia um livre acesso, ficam sob a administração de um grupo com pouco conhecimento e pouco preparo para tanto.

Uma das consequências penosas é um grande sentimento de insegurança por parte de usuários. A vigilância constante e o controle de acesso às áreas comuns aparenta ser vital ao seu bem-estar. Segundo usuários e técnicos, há beneficiários sendo expulsos indevidamente de suas moradias, além de empreendimentos com controle de acesso restrito por pequenos grupos. Existem indícios de que alguns empreendimentos têm ficado sob o domínio do crime organizado, o qual ocupa unidades habitacionais e espaços comuns dos EHIS para o comércio irregular de moradias, expulsão de moradores, além da exploração de famílias.

Tudo isso tem gerado um terceiro fator: a rotatividade de usuários. Embora a evasão de famílias não tenha sido quantificada no presente estudo, relatos de abandono, venda ou aluguel dos imóveis foram constantes durante as coletas, em todos os empreendimentos. Usuários indicaram como uma possível causa dessa evasão a falta de preparo de seus vizinhos para uma "vida comum". Técnicos mostraram a situação como um círculo vicioso, onde a própria rotatividade traz aos empreendimentos pessoas não preparadas pelo Trabalho Social feito no início da ocupação. Tal problema ocasiona a perda de controle sobre quem são os reais moradores desses

empreendimentos, a dificuldade na regularização legal dos imóveis construídos através do programa, bem como o insuficiente preparo das famílias para a gestão das áreas comuns dos EHIS.

Na Figura 9, está um diagrama com as principais constatações do estudo.

Figura 9 – Diagrama com principais constatações do estudo



Fonte: Autores (2015)

Após a análise dos resultados, houve nova reunião com os técnicos envolvidos no desenvolvimento dos EHIS estudados. Nas discussões, foi possível identificar que a análise sobre a solução de problemas constatados extrapola o escopo do estudo, envolvendo, entre outras questões, as de gestão e de políticas públicas.

4 CONCLUSÕES

O presente artigo apresenta os resultados de uma Dissertação de Mestrado, cujo objetivo principal foi analisar a percepção de valor com relação às áreas comuns de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida. Investigou-se o valor percebido, tanto pelos usuários dos empreendimentos, quanto por técnicos envolvidos com a produção habitacional, feita através do programa. A delimitação do trabalho envolveu EHIS construídos em São Leopoldo/RS, através da modalidade MCMV/Faixa 1/FAR.

Entre as principais constatações da pesquisa, observa-se que:

- A instituição de empreendimentos para a Faixa 1/MCMV sob forma de condomínios multiprediais não é percebida como bom resultado, tanto pelos usuários, quanto por técnicos envolvidos com a produção habitacional. Tal modalidade acarreta em uma excessiva privatização das áreas comuns dos empreendimentos, e um distanciamento entre as populações de baixa renda e os serviços públicos.
- A mencionada privatização de áreas comuns tem trazido como consequência, para esses empreendimentos, um cenário de insegurança, conflitos entre moradores e evasão de beneficiários.
- Embora os técnicos e os usuários de EHIS/MCMV percebam a importância do Trabalho Técnico Social, a evasão de moradores acaba por agravar a falta preparo das famílias para a gestão das áreas comuns dos empreendimentos.

Assim, espera-se que o presente trabalho enfatize a importância da avaliação e do monitoramento dos resultados dos investimentos em habitação social no Brasil. Tais avaliações, se realizadas de maneira sistemática, tem o potencial de auxiliar na forma de monitoramento dos resultados dos programas habitacionais, bem como na identificação de oportunidades de melhorias para futuros EHIS. Dessa forma, as diretrizes dos programas habitacionais e seus resultados em termos de ambiente construído poderiam gerar mais valor para as famílias beneficiadas, para os demais agentes envolvidos no desenvolvimento de habitação social e para a sociedade como um todo.

REFERÊNCIAS

BONATTO, F. S.; MIRON, L. I. G; FORMOSO, C. T. Avaliação de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social com Base na Hierarquia de Valor Percebido pelo Usuário. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 11, n. 1, jan/mar 2011.

BRASIL. Ministério das Cidades. Portaria n° 518, de 8 de novembro de 2013. Dá nova redação à Portaria n° 168, de 12 de abril de 2013, do Ministério das Cidades, que dispõe sobre as diretrizes gerais para aquisição e alienação de imóveis com recursos advindos da integralização de cotas no FAR, no Âmbito do PNHU, integrante do PMCMV. Brasília: Diário Oficial da União, 2013a.

BRASIL. Ministério das Cidades. Banco de dados PMCMV – Dados coletados em 31 dezembro 2012. Brasília, 12 junho 2013b.

BRITO, J. N. S.; FORMOSO, C. T.; ROCHA, G. S. Estudo da formação de valor de usuários finais de empreendimentos habitacionais de interesse social. In: XII ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: ANTAC, 2012.

CAIXA: banco de dados. Disponível em: <http://www1.caixa.gov.br/gov/gov_social/municipal/ programas_habitacao/>. Acesso em: 26 jan. 2014.

CIUFFOLINI, M. A.; SHIMBO, L. Z. Políticas urbanas e habitacionais e seus efeitos sociais – Um estudo do Programa Minha Casa Minha Vida no Brasil e na Argentina. In: BONELLI, M. G.; LANDA, M. D. V. **Sociologia e Mudança Social no Brasil e na Argentina**. São Carlos: Compacta Gráfica e Editora, 2013.

GRANJA, A.D.; KOWALTOWSKI, D.C.C.K. The concept of desired value as a stimulus for change in social housing in Brazil. **Revista Habitat International**, Campinas, n. 35, 2011.

GUTMAN, J. A Means-End Chain Model Based on Consumer Categorization Processes. **Journal of Marketing**, v.46, Spring 1982.

KOWALTOWSKI, D.C.C.K.; GRANJA, A.D.; MOREIRA, D.C.; SILVA. V.G.; PINA, S.A.M. Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados à habitação de interesse social. In: VILLA, S.B.; ORNSTEIN, S.W. **Qualidade Ambiental na Habitação** – avaliação pós ocupação. São Paulo: Oficina de Textos, 2013, p. 149-184.

MARQUES, L. M. Minha Casa Minha Vida: análise da percepção de valor sobre as áreas comuns. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Dissertação de Mestrado, 2015.

MEDVEDOVSKI, N. S. Gestão de espaços coletivos em HIS – a negação das necessidades básicas dos usuários e a qualidade do cotidiano e do habitat. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – SBQP, 2009, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SBQP, 2009. Disponível em: http://www.aptor.com.br/sbqp/arquivos/sbqpcd/artigos/pdfs/111_121_PALEST_206.pdf. Acesso em: 13 jul. 2014.

MEDVEDOVSKI, N. S; BERGER, J. Estudo da gestão do pós-ocupação. Estudo de caso para o Programa Minha Casa Minha Vida em Pelotas-RS. In: XIV ENPOS – ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, Universidade Federal de Pelotas, 2012, Pelotas. **Anais...** Pelotas: ENPOS, 2012.

MILANO, J. Z. **Um lugar para chamar de seu?** O PMCMV e a ideologia da casa própria. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Programa de Pós-Graduação em Planejamento Urbano e Regional, Dissertação de Mestrado, 2013.

REYNOLDS, T. J.; GUTMAN, J. Laddering theory, method, analysis, and interpretation. **Journal of Advertising Research**, February / March, 1988.

ROLNIK, R. Programa Minha Casa Minha Vida precisa ser avaliado – **Nota Pública da Rede Cidade e Moradia**. Disponível em: https://raquelrolnik.wordpress.com/page/4/. Publicado em: 10/11/2014. Acesso em: 12 mar. 2015.

ROSA, M. S. V.; PEQUENO, L. R. B.; SILVA, H. A. Panorama dos primeiros empreendimentos entregues do Programa MCMV da faixa 1 na Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). In: III CONGRESSO INTERNACIONAL DE SUSTENTABILIDADE E HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL, 2014, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: CHIS, 2014.

VIANA, T. **Banco de dados condomínio EHIS 2**. São Leopoldo, 2015.

ZINAS, B. Z.; JUSAN, M. B. M. Choice Behaviour of Housing Attributes: Theory and Measurement. **Asian Journal of Environment-Behaviour Studies**, 1 (2), 2010, p. 1-17.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MAPEAMENTO E ANÁLISE DO PROCESSO DE PROJETO DE ESTRUTURAS METÁLICAS COM FOCO NA INTEGRAÇÃO – ESTUDOS DE CASOS MÚLTIPLOS[1]

MARTINI, Renata Jardim (1); STARLING, Cícero Murta Diniz (2); ANDERY, Paulo Roberto Pereira (3)

(1) UFMG, e-mail: renatajmartini@gmail.com; (2) UFMG, e-mail: cicerostarling@ufmg.br; (3) UFMG, e-mail: pandery@ufmg.br

RESUMO

Este artigo apresenta os resultados parciais de uma pesquisa sobre o processo de projeto de estruturas metálicas, focando a adoção de conceitos de engenharia simultânea e nas relações entre empreendedores e projetistas. Promoveu-se o mapeamento do processo de projeto de empreendimentos de andares múltiplos de duas empresas, analisando sua adequação aos conceitos de Engenharia Simultânea. Utilizou-se o método de estudos de casos múltiplos, com a caracterização de suas fontes de evidências. Os resultados sugerem que os processos e procedimentos utilizados pelas empresas avaliadas se apresentaram semelhantes àqueles descritos na literatura, havendo integração entre as etapas de concepção, projeto e produção. Por outro lado, a falta de envolvimento do cliente, em especial nas etapas iniciais de elaboração do programa e da concepção, cria problemas e dificuldades. O estudo contribuiu para a criação de um modelo de referência para o processo de projeto e produção de estruturas em aço.

Palavras-chave: Processo de Projeto de Estruturas Metálicas. Integração Projeto e Produção. Engenharia Simultânea.

ABSTRACT

This paper aims presenting the partial results of a research on steel structures design management, focusing on the use of concurrent engineering concepts, as well as the relationships between project owners and structural designers. The design process of multistory buildings was carried out and their suitability to the concepts of Concurrent Engineering was outlined. Multiple case study method was used, and their evidence sources are characterized. The results suggest that the processes used by the evaluated companies were similar to those described in the literature, with integration between the stages of conception, design and production. Moreover, the lack of customer engagement, especially in the early stages of briefing definition and conception brings some difficulties and drawbacks. The study contributed to the set up of a reference model for the process of design and production of steel structures.

***Keywords**: Metalic Structures Design Process. Design and Production Integration. Concurrent Engineering.*

[1] MARTINI, Renata Jardim; STARLING, Cícero Murta Diniz; ANDERY, Paulo Roberto Pereira. Mapeamento e análise do processo de projeto de estruturas metálicas com foco na integração – estudos de casos múltiplos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A pressão pela redução de custos e prazos de empreendimentos de construção têm feito que, de maneira gradativa, sejam introduzidos conceitos de industrialização e pré-fabricação de sistemas construtivos, o que já vem sendo feito há mais tempo em outros países. No Brasil, a industrialização vem sendo associada a produtos e sistemas construtivos específicos, como é o caso das estruturas metálicas (JARDIM, 2010).

Nesse marco, a construção em aço deve absorver os conceitos de produção seriada e aplicá-los, com as devidas adaptações, enfatizando os conceitos de pré-fabricação. Para Fabrício (2013), a pré-fabricação é vista como uma estratégia que permite a produção em série de partes da construção ou que permite a racionalização dos processos de produção e montagem.

Para isso, torna-se necessária a introdução dos conceitos de projeto simultâneo (FABRICIO e MELHADO, 2009) em um ambiente de colaboração (SHELBOURN *et al.*, 2012) com a consideração simultânea do produto e de seus processos de produção. Para tanto, torna-se necessária a integração entre os diversos agentes responsáveis pela definição das estratégias comerciais dos empreendimentos com aqueles responsáveis pelas fases de projeto, fabricação e montagem. Por outro lado, as lacunas e deficiências no processo de concepção e desenvolvimento dos projetos, tendo em conta as etapas subsequentes, parece ser um dos principais obstáculos da indústria da construção civil (GRILO *et al.*, 2003).

Ainda são relativamente poucos os trabalhos da literatura nacional que focam a gestão do processo de projeto de estruturas metálicas, já que a maioria concentra sua atenção em aspectos tecnológicos ou de parâmetros projetuais. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta um estudo exploratório, utilizando o método dos estudos de casos múltiplos, com foco em duas questões inter relacionadas.

Em primeiro lugar, busca-se saber, por meio de estudo exploratório, em que medida as empresas que detêm o controle sobre o ciclo de produção das estruturas metálicas assumem um fluxo de trabalho que se aproxime, em maior ou menor grau, dos conceitos de projeto simultâneo (Fabricio, 2002).

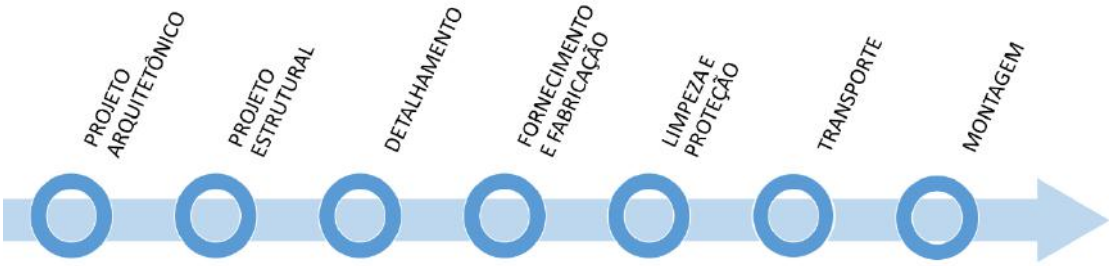
Em segundo lugar, busca-se entender em que medida as características dos clientes e dos empreendimentos influenciam nesse fluxo de atividades de concepção, projeto, montagem e execução de estruturas em aço. Outros aspectos, como integração entre as etapas e a caracterização das atividades de projeto e montagem são descritos em outro trabalho (JARDIM, 2010).

Na sequência são brevemente apresentados alguns conceitos que referenciaram o trabalho, além das apresentações do método de pesquisa e dos principais resultados.

2 BREVE REFERENCIAL TEÓRICO

Para Almeida e Toledo (1991), o ciclo de produção diz respeito à sequência de atividades desempenhadas pelas empresas para obtenção do produto. Segundo Bellei *et al.* (2008), conforme apresentado na Figura 1, a construção em aço industrializada é o resultado de um processo que se inicia no *Projeto Arquitetônico* e segue pelo *Projeto Estrutural*, *Detalhamento*, *Fornecimento e Fabricação*, *Limpeza e Proteção*, *Transporte* e finaliza na *Montagem*. A descrição de cada uma dessas atividades pode ser encontrada no trabalho destes autores. Em particular, o *fornecimento* se refere a toda matéria prima necessária à *fabricação* da estrutura metálica.

Figura 1 – Etapas que constituem o processo da construção em aço



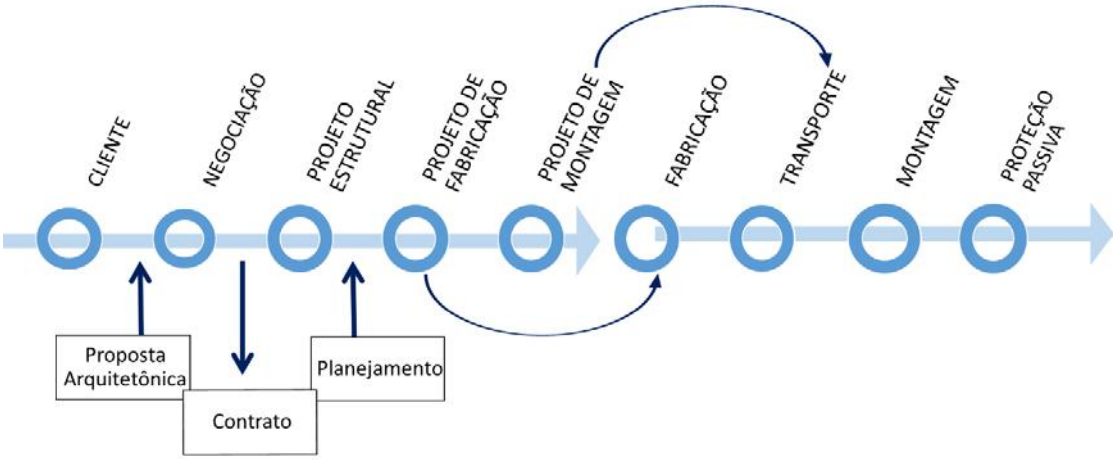
Fonte: Bellei *et al.* (2008) - adptado pelos autores

Bauermann (2002) apresenta em seu trabalho um processo da construção em aço, esquematicamente ilustrado na Figura 2, semelhante ao de Bellei *et al.* (2008). Estes destacam-se quando são comparados, de maneira a complementar o processo em dois pontos. O primeiro ponto está já na primeira atividade, que para Bauermann é denominada *Cliente*. Dessa maneira, a primeira fonte de informação para o desenvolvimento do produto é o cliente, antes mesmo do fechamento do contrato. Desde o primeiro contato já são coletadas informações pertinentes ao produto, principalmente no que tange às necessidades do cliente, bem como o *Projeto Arquitetônico*. Algumas vezes o cliente precisa de uma conversa com um especialista para ajudar a identificar quais são, realmente, suas necessidades. O segundo ponto que merece destaque é o fato de haver atividades específicas para elaboração dos *Projetos de Fabricação* e de *Montagem*.

Fluxos de trabalho como os indicados acima assumem, ao menos implicitamente, o conceito de integração entre projeto e produção, nos termos indicados por Melhado e Fabrício (1998). Segundo estes autores, os Projetos do Processo de Produção têm como uma das suas funções ser capazes de fornecer uma melhor "tradução" das características e especificações do produto em procedimentos e sequências de produção, com o objetivo de mitigar a possibilidade de execução inadequada ou incompleta destas especificações. O Projeto da Produção é a prescrição detalhada das técnicas construtivas, das ferramentas e dos materiais empregados em cada serviço. Este determina os padrões de referência a

serem seguidos nas várias obras da empresa, além de tratarem dos requisitos para compra e recebimento dos materiais e componentes de construção. O Projeto para Produção compõem-se do conjunto de elementos de projeto elaborados de forma simultânea ao detalhamento do projeto executivo, para utilização no âmbito das atividades de produção em obra, contendo as definições de: disposição e sequência de atividades de obra e frentes de serviço; uso de equipamentos; arranjo e evolução do canteiro; dentre outros itens vinculados às características e recursos próprios da empresa construtora. As características mais detalhadas de cada um estão apresentadas no artigo destes autores.

Figura 2 – Diagrama do processo da construção em aço



Fonte: Bauermann (2002) - adptado pelos autores

Com base nas características de cada tipo de projeto apresentadas pela ABNT NBR 8800 (2008), por Dias (1997) e Melhado e Fabrício (1998), é possível identificar uma correlação entre as definições de projetos de estruturas em aço, conforme apresentado na Figura 3.

Figura 3 – Denominações das diferentes etapas dos projetos de estruturas em aço



Fonte: Melhado e Fabrício (1998), Dias (1997) e ABNT NBR 8800 (2008) - adptado pelos autores

Pode-se observar que o Projeto de Engenharia pode ser considerado um Projeto do Produto ou como Desenhos de Projeto. O Projeto de Fabricação pode ser entendido como um Projeto da Produção ou Desenhos de

Fabricação e o Projeto de Montagem como um Projeto para Produção ou Desenhos de Montagem.

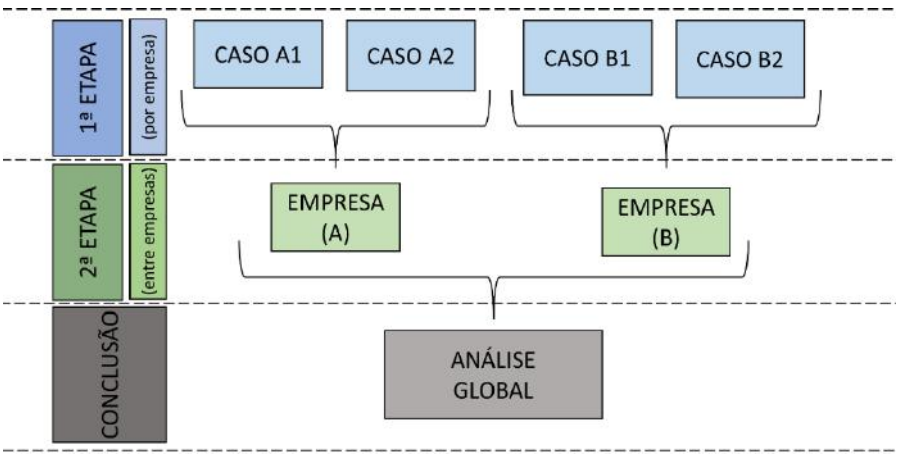
3 MÉTODO

Definiu-se como objeto de estudo a *análise do ciclo de produção industrializada de estruturas em aço*, sendo dada ênfase à caracterização dos processos de projeto de produção. No presente trabalho, são apresentados aspetos relacionados à concordância dos processos observados no mercado com aqueles sugeridos na estrutura conceitual do projeto simultâneo (FABRÍCIO, 2002) e em que medida as características dos empreendimentos interferem nos processos internos das empresas.

Por se tratar de um estudo exploratório, utilizou-se o método de estudos de casos múltiplos. Foram estudados os processos de projeto de duas empresas responsáveis pela concepção, desenvolvimento dos projetos, fabricação e montagem de estruturas metálicas. Analisou-se quatro empreendimentos, sendo dois de cada empresa.

Foi estabelecido um protocolo para os estudos de casos, que envolveu: *(i)* definição dos critérios para seleção das empresas e empreendimentos; *(ii)* seleção das empresas e dos seus empreendimentos; *(iii)* definição das fontes de evidências; *(iv)* coleta de dados; *(v)* definição de critérios de análise e *(vi)* análise e triangulação dos dados intra casos e inter casos, conforme indicado na Figura 4.

Figura 4 – Método de análise dos dados coletados



Fonte: Os autores

Como principais fontes de evidências destacaram-se entrevistas com os gerentes (reponsáveis pelos processos de projeto e execução), entrevistas com projetistas, entrevistas com os responsáveis pela área comercial (de interface com os clientes) e análise de projetos e documentos associados à produção (inclusive cadernos de campo). Também foi feita observação direta (presencial) de rotinas de trabalho. As entrevistas foram semi estruturadas e validadas pelos respondentes. Detalhes do método de pesquisa são indicados em Martini (2016).

Os principais focos de análise foram: *(a)* em que medida o processo de projeto encontra-se de acordo com as melhores práticas que incorporem os conceitos de projeto simultâneo, como indicado acima e *(b)* em que medida as características específicas dos empreendimentos e da estratégica comercial dos empreendedores interferem na organização e no fluxo de atividades do processo de projeto.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização das empresas e dos empreendimentos

Para o presente estudo, selecionou-se duas empresas que atendiam aos seguintes pré-requisitos: *(i)* serem representativas do segmento de projeto e produção de estruturas em aço para edifícios de andares múltiplos; *(ii)* terem processos e/ou procedimentos já consolidados e documentados; *(iii)* terem evidências de que o processo de concepção considera aspectos de produção e montagem; *(iv)* terem disponibilidade de informações documentadas e rastreáveis a respeito do processo de projeto e *(v)* apresentarem possibilidade de análise de empreendimentos nos quais pudessem ser avaliados a integração entre projeto e execução.

Para cada uma das duas empresas, selecionou-se dois empreendimentos que observavam os seguintes critérios: *(a)* terem a atividade de projeto executada pela equipe interna da empresa, sem terceirizações; *(b)* apresentarem semelhanças em suas características, como tipo de ocupação e complexidade do projeto; *(c)* serem desenvolvidos segundo o processo implantado na empresa e *(d)* apresentarem registros documentados a respeito dos processos empregados, bem como de dados técnicos dos projetos.

A *Empresa A* atua no mercado há mais de 30 anos, oferece serviços de cálculo, detalhamento, fabricação e montagem de estruturas de aço para edifícios de andares múltiplos no Brasil e em outros países. O fluxo do processo de projeto das estruturas se inicia na Diretoria Comercial, onde são fechados os contratos das obras e projetos a serem executados. Em seguida, a Diretoria de Superintendência inicia suas atividades pela Gerência de Projetos, quando são definidos os responsáveis que realizarão a gestão do contrato da obra comercializada. Após essa definição iniciam-se as operações do projeto com a Diretoria Técnica, onde os projetos do produto do empreendimento são elaborados pela Gerência de Engenharia, e em seguida são transcritos para linguagem de produção pela Gerência de Detalhamento. A Gerência de Detalhamento é responsável pela produção dos Projetos do Processo, que são os Projetos da Produção (destinados à fabricação) e Projetos para Produção (destinados à montagem). Por fim, estes projetos são encaminhados à Diretoria Industrial, responsável pela fabricação das peças e, após fabricação, são direcionados à Gerência de Montagem.

Para esta empresa, o *Caso A1* envolve um shopping vertical. O edifício é

estabilizado por sistemas metálicos e foi calculado como estrutura mista de aço e concreto, nos elementos de vigas, lajes e pilares. O edifício tem dez pavimentos, com uma área total de laje de aproximadamente 30.500 m². O escopo do contrato englobava a solução estrutural, incluindo o cálculo, projeto, fabricação e montagem. A fabricação da estrutura do edifício é prevista para ocorrer em quatro meses e a montagem em oito meses.

O *Caso A2* trata de um edifício comercial, sendo o cliente uma grande empresa do mercado imobiliário. O empreendimento se caracteriza como um edifício de andares múltiplos para uso misto que compreende vinte e dois pavimentos, além de cinco subsolos que não fazem parte do escopo da *Empresa A*. O sistema estrutural é composto por vigas mistas em perfis I de alma plana.

A *Empresa B* atua há mais de 20 anos no mercado, oferecendo serviços de cálculo, detalhamento, fabricação e montagem de estruturas de aço para edifícios de andares múltiplos, além de soluções industrializadas, desde engradamentos para telhados até estruturas para conjuntos habitacionais. Seu fluxo do processo de projeto das estruturas se inicia no Departamento Comercial, onde são fechados os contratos das obras e projetos a serem executados. No setor denominado Engenharia são produzidos os projetos desdobrados em Projetos da Produção (destinados à fabricação) e Projetos para Produção (destinados à montagem). Estes projetos são encaminhados à fábrica, responsável pela fabricação das peças, e após a fabricação são direcionadas à montagem.

Para esta empresa, o *Caso B1* diz respeito a um edifício comercial de cinco pavimentos. O edifício é estabilizado por sistemas metálicos e foi calculado como estrutura mista de aço e concreto nos elementos de lajes. O edifício tem previsão de expansão de mais três pavimentos e um heliponto. O projeto é composto de uma área total de laje de aproximadamente 3.950 m² e com cerca de 152 toneladas de aço. O escopo do contrato englobava a elaboração dos projetos, incluindo a fabricação e montagem da estrutura, cada uma com previsão de ocorrerem em dois meses.

O *Caso B2* refere-se a um edifício comercial horizontal de dois pavimentos com 3.168 m². O empreendimento foi concebido em estrutura mista de aço e concreto, com sistema de contraventamento para sua estabilização. O escopo do contrato englobava a elaboração de cálculo e dos projetos da estrutura, com a fabricação e montagem. O prazo previsto de execução e entrega do empreendimento é de vinte semanas, incluindo cinco para a elaboração do projeto, cinco para a fabricação da estrutura e seis para a montagem da mesma.

4.2 O processo de projeto e suas características

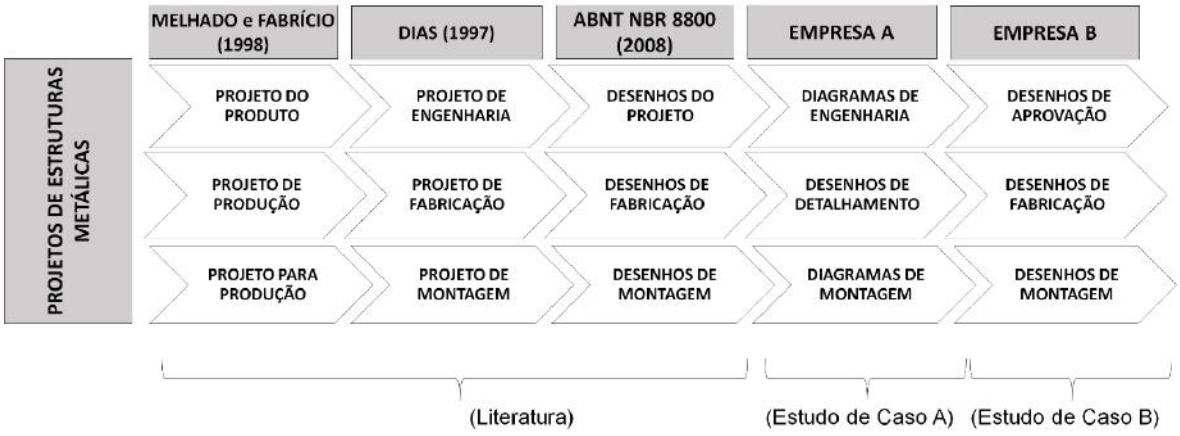
Por razões de brevidade, o processo de projeto das empresas é caracterizado com mais detalhes em Martini (2016), também não sendo descritas com detalhes as características dos quatro empreendimentos, que aqui são tratados em seu conjunto.

Com base nos dados coletados, nota-se que as características do processo de projeto de ambas as empresas são similares às definições de Bauermann (2002) e da ABNT NBR 8800 (2008), que estabelecem que o projeto é considerado um produto constituído por um conjunto de documentos (com elementos descritivos, gráficos e de linguagem) adequados ao atendimento das necessidades de produção.

Conforme a Figura 5, as duas empresas também produzem e utilizam os projetos do produto e aqueles destinados à fabricação da estrutura em consistência com o que é descrito na literatura, no que tange à sequência e funcionalidade das etapas do projeto de estruturas metálicas.

Apesar de possuirem nomenclatura diferenciada, as funções e informações contidas em cada etapa do processo de projeto das empresas avaliadas são compatíveis e coincidentes com as boas práticas descritas na literatura para a produção de estruturas em aço.

Figura 5 – Etapas dos projetos de estruturas em aço das empresas avaliadas em comparação com aquelas identificadas na literatura



Fonte: Os autores

Ainda que a hipótese requeira ulteriores estudos para sua comprovação, sugere-se que nas construções industrializadas de estruturas em aço as exigências de precisão e adequação aos processos de produção exige que as empresas busquem a integração entre o projeto do produto e os projetos de produção e para produção, como indicado na seção 2 do presente trabalho. Ou seja, o tipo de processo produtivo acaba sendo um indutor para a utilização dos princípios de projeto simultâneo, como definidos na literatura. Daí serem os processos projetuais próximos aos indicados no referencial teórico estudado.

Por outro lado, verifica-se também estarem presentes, no ambiente de projeto e produção de estruturas em aço, pelo menos dois elementos definidos por Love e Gunasekaran (1997) como condição para a implementação de conceitos de engenharia simultânea: o uso de tecnologias de informação e comunicação (em especial o CAD/CAM) e a estruturação de um fluxo de atividades durante o processo de projeto, que configurem um modelo de referência para este processo.

Uma mudança de cultura organizacional, privilegiando a integração das etapas de projeto de produção, também apontado por Love e Gunasekaran (1997) como outro fator fundamental, parece depender da capacidade de envolvimento dos empreendedores com os conceitos de Engenharia Simultânea, o que nem sempre acontece, como evidenciado nos presentes estudos de casos. A integração projeto-produção é identificada no momento em há o envolvimento dos setores de fabricação e montagem ainda na fase de cálculo e produção dos projetos e, por vezes, também na etapa responsável pelo orçamento.

Verificou-se que o processo de projeto, ainda que estruturado e organizado, passa a ser adaptado à realidade do mercado, por exemplo, quando este se apresenta retraído e com redução de investimentos, com baixa demanda e maior oferta. A análise dos dados sugere que o processo de projeto com frequência está vinculado a uma dinâmica de mercado que é caracterizada por um prazo exíguo para a contratação e o desenvolvimento dos projetos, o que impacta no sentido de encurtar e sobrepor as fases do processo projetual. Como consequência, as empresas são obrigadas a tomarem decisões, assumindo riscos previamente analisados, para atender às necessidades de fabricação, como produção de peças fora da sequência de montagem e sem aprovação formal do cliente.

Apesar das empresas terem que se adequar às características do cliente, o mesmo deve atender aos princípios mínimos de uma construção industrializada que exige uma fase de concepção de produto mais detalhada, envolvendo, por exemplo, a prévia compatibilização entre os projetos de diferentes especialidades para a viabilização da fabricação da estrutura. Verificou-se que as faltas de compatibilização e de envolvimento das diferentes especialidades ainda na fase de orçamento e concepção do produto gera atrasos na finalização dos empreendimentos.

Identificou-se que quando o produto não é bem definido pelo cliente a etapa de orçamento torna-se mais trabalhosa na medida que deve levantar as necessidades do cliente, também considerando as limitações da construção industrializada em aço. O número de envolvidos e a duração da etapa de orçamento aumentam para projetos de maior complexidade e produtos não claramente definidos.

Em processos industrializados é de se esperar que o planejamento das atividades de produção e montagem seja feito de maneira antecipada, integrada à fase de projeto que, por sua vez, demanda um conjunto de especificações claramente definido.

No entanto, observou-se em três dos empreendimentos que indefinições do cliente, morosidades no envio de respostas a questões associadas ao conceito arquitetônico e sua interface com o projeto estrutural e mudanças no próprio programa do empreendimento geram interferências. Estas interferências dificultam que a empresa envolvida dê seguimento aos processos normais de integração entre as etapas de concepção, projeto e

produção.

Ao contrário, quando houve uma interação entre o empreendedor e a empresa fabricante da estrutura, com o envolvimento do empreendedor desde o início da concepção (como foi o caso do empreendimento B2) o fluxo de trabalho seguiu-se da maneira prevista, tornando-se mais próximo dos conceitos de engenharia simultânea.

Quando o projeto e a obra apresentam menores complexidades, o processo de projeto ocorre na sua sequência normal. Entretanto, ao aumentar a complexidade do projeto e/ou da obra, o processo de produção dos projetos sofre interferências nas ferramentas de controle e registro de informações. Neste caso, as etapas, funções e sequência das atividades do processo de projeto não são alteradas, mas os seus subprocessos sofrem modificações e/ou complementações para garantir a qualidade do produto, frente ao maior número de variáveis envolvidas. Neste sentido, verificou-se, por exemplo, a criação de ferramentas de controle de estoque em fábrica de peças já fabricadas e impedidas de serem expedidas para o canteiro por questões externas, eliminação de formulários, mudanças na forma de abordagem do cliente e alterações na composição das equipes de trabalho envolvidas nas etapas do processo.

Assim, os perfis dos clientes interferem indiretamente no processo do projeto de estruturas em aço, principalmente nas formas e ferramentas de registros e controle. Entretanto, mesmo com essa constante adaptação, é possível manter um padrão no processo de projeto sem interferências na sequência e na funcionalidade de cada etapa, atendendo às diversas demandas de mercado e de complexidade técnica dos projetos.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho apresentou parte dos resultados de um estudo exploratório sobre o processo de projeto e produção de estruturas metálicas em aço, a partir da realização de estudos de casos múltiplos.

Dois aspectos se destacaram. Em primeiro lugar, o processo de produção das estruturas implica em um fluxo de atividades à montante que privilegia a integração das etapas de concepção, projeto e produção. Apesar de apresentarem estruturas empresariais distintas, as duas empresas estudadas têm um fluxo de atividades no processo de projeto similar, que se aproxima dos conceitos de projeto simultâneo.

Os maiores problemas associados ao aumento de custos, retrabalhos e atrasos na entrega dos empreendimentos estão associados à relação entre o cliente empreendedor e a empresa fabricante da estrutura, sobretudo pelo baixo envolvimento dos clientes no envio de informações e definições que impactam no processo de projeto de produção.

Nesse sentido, levanta-se a possibilidade de que os clientes ainda não estão acostumados com uma estrutura de trabalho, que deveria ser intrínseca a processos industrializados de produção, nos quais a definição do escopo do

produto, o programa de necessidades e as especificações de projeto sejam definidos cuidadosamente nas etapas iniciais de concepção e planejamento dos empreendimentos, o que nem sempre acontece.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8800**: Projeto de estruturas de aço e de estruturas mistas de aço e concreto de edifícios. Rio de Janeiro. 2008.

ALMEIDA, H. S.; TOLEDO, J. C. Qualidade total do produto. **Produção**. Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, p. 21-37, out. 1991.

BAUERMANN, M. **Investigação sobre o processo de projeto em edifícios de andares múltiplos em aço**. 2002. 269 p. Dissertação (Mestrado em Construção em aço) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2002.

BELLEI, I. H. *et al.* **Edifícios de múltiplos andares em aço**. Ed. PINI, 2ª ed., 2008. 556 p.

DIAS, L. A. M. **Estruturas de aço: conceitos, técnicas e linguagens**. São Paulo, Ed. Zigurate, 1997. 159p.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na construção de edifícios.** 2002. 350 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Construção Civil e Urbana) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

FABRICIO, M. M. Industrialização das construções: revisão e atualização de conceitos. Pós. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, [S.l.], v. 20, n. 33, p. 228-248, jun. 2013.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Concurrent design: a model for integrated product development". In: Emmitt, S., M. Prins and A. Otter, **Architectural management: international research & practice.** 1 ed., Wiley-Blackwell, Oxford. p. 119-134, 2009.

GRILO, L. M. *et al.* Implementação da gestão da qualidade em empresas de projeto. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 55-67, jan./ mar. 2003.

JARDIM, F. G. **Análise da especificação de materiais e componentes construtivos no processo de projeto de construções metálicas.** Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Minas Gerais, 2010. 96p.

LOVE, P.; GUNASEKARAN, A. Concurrent engineering in the constructin Industry. **Concurrent Engineering**, v. 5, n. 2, p. 155-162, jun 1997.

MARTINI, R.J. **Análise do ciclo de produção de estruturas em aço industrializadas para edifícios de andares múltiplos: Um estudo de caso.** 2016. 126p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, 2016.

MELHADO, S. B.; FABRICIO, M. M. Projetos da produção e projetos para produção na construção de edifícios: discussão e síntese de conceitos. In: ENTAC – Encontro nacional de tecnologia do ambiente construído - Qualidade no processo construtivo, 7, Florianópolis. **Anais ...** Florianópolis: 1998.

SHELBOURN, M. *et al.* Collaboration: key concepts. In: BOUCHLAGHEM, D. (Ed.): **Collaborative work in construction.** London: Spoon Press, 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO DE PROJETO PADRÃO PROINFÂNCIA: TECNOLOGIAS PARA AUXILIAR UMA ABORDAGEM MULTIMÉTODOS[1]

NATALINO, Maria Luiza Rodrigues (1); ÁVILA, Vinícius Martins (2); TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles (3); BRAZ, Zoleni Lamim (4)

(1) UFV, e-mail: malu.rodrigues.92@gmail.com; (2) UNILESTE, e-mail: vnc.avila@gmail.com; (3) UFV, e-mail: tmst83@hotmail.com; (4) UFV, e-mail: zoleni@yahoo.com.br

RESUMO

Este artigo relata uma investigação sobre tecnologias que auxiliam a prática de Avaliação Pós-Ocupação (APO), utilizando um estudo de caso realizado no CMEI - Espaço da Infância, projeto padrão Proinfância, localizado em Coronel Fabriciano, Minas Gerais, apresentado como trabalho de conclusão de curso em Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário do Leste de Minas Gerias (UNILESTE). O trabalho dá ênfase à avaliação de aspectos comportamentais e analisa criticamente os métodos: Vistoria, Passeio Walkthrough, Mapa Comportamental, Desenho Temático e Poema dos Desejos. Explicita a relevância da seleção de métodos adequados para mapear as percepções dos diversos grupos de usuários, descrevendo dinâmicas de aplicação das técnicas selecionadas, comparando essas aplicações e fornecendo indicações de tecnologias para auxiliar as metodologias aplicadas e a realização da APO. Entende-se que a difusão de experiências em APO contribui para novas produções nessa área e estimula a atuação de profissionais e estudantes de arquitetura e urbanismo.

Palavras-chave: Avaliação Pós-Ocupação. Multimétodos. Tecnologia. ProInfância

ABSTRACT

This article reports a research that investigate technologies that can be used as instruments for the practice of Post-Occupational Evaluation (POE) and it was based on the experience acquired on a case study carried out at CMEI - Espaço da Infância, a ProInfância standard project, located in Coronel Fabriciano, Minas Gerais -Brazil, featured as the final undergraduate project in Architecture and Urbanism of the Centro Universitário do Leste de Minas Gerias (UNILESTE). *This work emphasizes the evaluation of behavioral aspects, through a critical analysis of methods: the Inspection, the Walkthrough, the Behavioral Map, the Thematic Drawing and the Wish Poem. The relevance of the selection of appropriate methods to map the perceptions of the several users groups is highlighted, describing the applications dynamics of the selected techniques, comparing those applications and providing technological indications to assist the methodology used and the POE production. It is understood that the diffusion of experiences at the POE contributes to new papers in this area and stimulates architecture and urbanism professionals and students.*

---

[1] NATALINO, Maria Luiza Rodrigues; ÁVILA, Vinícius Martins; TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; BRAZ, Zoleni Lamim. Avaliação Pós-Ocupação de Projeto Padrão Proinfância: Tecnologias para Auxiliar uma Abordagem Multimétodos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2016, São Paulo. **Anais ENTAC**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Post-Occupational Evaluations. Multimethods. Technologies. ProInfância*

1 INTRODUÇÃO

Ao realizar uma Avaliação Pós-Ocupação (APO) no CMEI - Espaço da Infância, projeto padrão Proinfância, localizado em Coronel Fabriciano, Minas Gerais, perceberam-se várias dificuldades, desde o processo de vistoria, a aplicação dos métodos selecionados, as análise a partir de cada técnica, até a sobreposição de todas as informações obtidas. Foram detectadas fragilidades mesmo ao utilizar métodos documentados por vasta bibliografia, dentre elas, percepções de que pouco se utiliza tecnologias existentes durante esse processo. Apesar de haverem plataformas que, mesmo não produzidas para esse fim, poderiam assistir o desenvolvimento das APOs. O presente artigo tem o objetivo de investigar tecnologias digitais que possuem potencial para auxiliar avaliações de equipamentos escolares e relaciona o uso dessas plataformas aos métodos consagrados de APO com foco em aspectos comportamentais.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O projeto padrão para escolas públicas no Brasil surge em busca da racionalização construtiva e também como recurso político, que torna a atuação pública mais nítida nas cidades. Estes projetos são utilizados como modelos a serem repetidos, mas deveriam ser adequados aos diferentes locais onde serão implantados. A racionalização age contra os desperdícios, de tempo e materiais, e a favor da funcionalidade, utilizando um raciocínio sistemático. Para Rosso (1980), a padronização é uma alternativa de dar algo a todos, em vez de tudo a alguém, mas deixa o usuário a cargo de futuras adaptações.

A avaliação nos equipamentos escolares que utilizam projeto padrão deve acontecer constantemente para não haver uma proliferação de problemas construtivos, funcionais e de conforto ambiental.

> Na detecção de problemas deverá haver mecanismos para o aprimoramento contínuo. Recomenda-se a aplicação de métodos e técnicas de APO, considerando tanto o ponto de vista dos técnicos, bem como a aferição dos níveis de satisfação dos usuários e medições relativas a conforto ambiental em todos seus aspectos. (BARROS E KOWALTOWSKI, 2002, p.251)

O equipamento escolar que utiliza de projeto padrão a ser analisado neste artigo foi produzido através do Programa Nacional de Reestruturação e Aquisição de Equipamentos para a Rede Escolar Pública de Educação Infantil (Proinfância), instituído pela Resolução Federal nº 6, de 24 de abril de 2007, Brasil (2015) e atende a crianças de 0 a 5 anos.

No início do processo educativo, etapa que o ser humano é notadamente suscetível às influências do meio, o espaço físico da escola deve ser compreendido como parte relevante no desenvolvimento humano. A

atenção para a denominada primeira infância é de grande importância, conforme argumenta Elali (2002).

A pedagogia, o espaço e o tempo escolar são elementos significantes na construção dos indivíduos, logo, da sociedade. Um ambiente para educação infantil em tempo integral deve então propiciar muito mais do que conhecimento acadêmico, deve incluir em seu currículo escolar práticas, habilidades, costumes, crenças e valores que introduzam essas crianças à vida em sociedade. Para isso a educação integral precisa interagir com a cidade, começando pela integração com sua comunidade (Frago e Escolano, 2001).

Tibúrcio (2009) estudou ambientes de aprendizagem na Inglaterra, estes ambientes foram projetados e construídos através do programa de governo britânico chamado *Classroom of the Future* (DFES, 2003) para experimentar novas possibilidades espaciais e pedagógicas, inserindo e utilizando Novas Tecnologias de Informação e Comunicação (nTICs) no ambiente das salas de aula. Esse experimento levantou questões sobre o espaço educativo e as tecnologias. A população observada constituiu-se alunos de 7 a 9 anos e outro grupo de 15 a 18. Nesse estudo, o foco da investigação foi identificar os impactos da inserção tecnológica nestes ambientes de aprendizagem. Identificaram-se salas de aulas estimulantes, flexíveis e ajustáveis para adequar-se a diferentes tamanhos e idades dos alunos, com *layout* flexível, arranjo espacial diferenciado da sala de aula tradicional e o uso de tecnologias sendo testada no processo de ensino e aprendizagem. Este tipo de avaliação e experimentação de novas propostas torna-se importante no contexto atual de uma sociedade em rede, conforme define Castells (2010).

O MEC reconhece a necessidade da avaliação de políticas e de programas de educação infantil, porém responsabiliza as Secretarias Municipais e Estaduais de Educação a avaliarem o papel do Estado em relação aos direitos, às obrigações e às garantias das crianças a uma Educação Infantil de qualidade. Porém, falta na maioria das prefeituras, principalmente nos municípios de pequeno porte, profissionais aptos a realizar esta avaliação de forma sistêmica, especialmente por falta de referências específicas, que poderiam ser disponibilizadas por órgãos federais.

3 APRESENTAÇÃO DOS MÉTODOS SELECIONADOS PARA APO NO CMEI

A Avaliação Pós-Ocupação (APO) é um método que surgiu na Psicologia Ambiental em busca de entender a relação entre o ambiente construído, o indivíduo e seu comportamento, avaliando assim o desempenho destes ambientes. Para Elali (2002, p.135) este método é essencial no processo de produção arquitetônico, pois reabastece o ciclo projetual, quando "terminado o ciclo programa/projeto/execução, o prédio passa a cumprir sua função de abrigar o ser humano em suas inúmeras atividades.".

Ornstein (1992) descreve objetivos deste tipo de metodologia, são eles, propor ações ou intervenções que contribuam para a qualidade de vida dos usuários do espaço avaliado e produzir um banco de informações que

geram conhecimento na área avaliada e as relações comportamentais que ali ocorrem. A pesquisadora discute ainda que no campo das ciências sociais as pesquisas avaliativas tem o propósito de tornar eficiente qualquer intervenção humana e aperfeiçoar as condições sociais e comunitárias, logo se tornam atividades políticas.

Ao analisar criticamente o sistema público que constrói equipamentos escolares utilizando projetos padrão, decidiu-se realizar uma APO, no CMEI Espaço da Infância, uma escola infantil municipal em Coronel Fabriciano, Minas Gerais. O CMEI utilizou o projeto padrão tipo "B" do Próinfância, projeto que foi replicado inúmeras vezes para construir equipamentos escolares em contextos urbanos e culturais distintos em todo território nacional.

Após a revisão bibliográfica constatou-se que a APO multimétodos seria adequada para responder as questões da pesquisa, sendo embasada nas produções acadêmicas de Elali (2002), que possui relevantes contribuições na área de ambientes para educação infantil, e também em Rheingantz *et al.* (2009) que descreve procedimentos para a avaliação pós-ocupação.

No primeiro contato com a escola foi iniciada a **Vistoria** no CMEI. Este método consiste no levantamento, através de pesquisa e entrevistas semiestruturadas, de informações relativas à edificação a ser a avaliada. Durante a realização da vistoria no equipamento escolar foi observado as diferentes idades, comportamentos e características sociais dos usuários, alunos, professores, funcionários, pais e responsáveis. Partindo dessa disparidade e a fim de estabelecer eficientes formas de comunicação entre a pesquisadora e os usuários optou-se pelos seguintes métodos que foram aplicados após a vistoria, nesta ordem: **Passeio *Walkthrough*, Mapa Comportamental, Desenho Temático e Poema dos Desejos**.

O segundo método aplicado na APO do equipamento escolar foi o **Passeio *Walkthrough***, uma técnica, criada por Kevin Lynch para estudos da Psicologia Ambiental, que combina observação com uma entrevista. Descrito por Rheingantz *et al.* (2009, p.12) como "percurso dialogado complementado por fotografias, croquis gerais e gravação de áudio e de vídeo, abrangendo todos os ambientes", é através deste passeio que o pesquisador conhece toda a edificação a ser avaliada durante o seu uso e obtém descrições dos aspectos positivos e negativos percebidos pelo próprio usuário.

O **Mapa Comportamental** é um instrumento originado na Psicologia Ambiental que registra graficamente as atividades realizadas pelos usuários no ambiente avaliado. Esta técnica, segundo Rheingantz *et al.* (2009, p.13), possibilita "identificar os usos, os arranjos espaciais, os fluxos e as relações espaciais observados" além de "indicar as interações, os movimentos e a distribuição das pessoas em um determinado ambiente." Para a observação acontecer de forma eficiente torna-se necessário observar os comportamentos dos usuários durante diferentes atividades cotidianas na escola, como a entrada/saída das crianças, período de aulas e recreio, registrando em um mapa do local estudado.

Para uma abordagem direta aos usuários crianças, em APO realizadas em escolas, Elali (2002, p.150) indica como método apropriado o **Desenho Temático**, criado para "pesquisas na área de representações sociais". Este método, conhecido por Trinca (1976) como desenho-estória-com-tema, é aplicado através de uma pergunta elaborada de maneira lúdica pelo pesquisador que seja de fácil compreensão para a criança e a estimule a participar. Segundo Aiello-Vaisberg (1997, p.267-268) "O pesquisador brinca ao perguntar, substituindo questões conceituais por uma espécie de enigma imaginário, ao qual o sujeito só pode responder brincando.".

O instrumento **Poema dos Desejos** foi selecionado a fim de avaliar o ponto de vista dos usuários adultos do equipamento escolar. Este método foi proposto por Sanoff (1991) em busca de acessar aspectos cognitivos dos usuários que foram obtidos a partir de suas experiências no lugar. Rheingantz (2009, p.44) descreve que "Nas avaliações com abordagem multimétodos o poema dos desejos tem sido aplicado com o intuito de conhecer o imaginário dos usuários.". Sendo o poema desejos um instrumento não estruturado e espontâneo torna-se mais fácil alcançar declarações dos sentimentos, necessidades, aspirações e desejos dos usuários para com o ambiente avaliado.

4 ANÁLISE COMPARATIVA DAS APLICAÇÕES DOS MÉTODOS ADOTADOS

Ao realizar as primeiras visitas ao CMEI, foi diagnosticada a impossibilidade de aplicar os métodos selecionados de maneira totalmente distanciada dos usuários, principalmente das crianças, onde a interação ocorre de maneira muito espontânea, não desconsiderando que, para algumas técnicas, o afastamento da pesquisadora é importante a fim de interferir minimamente nas atividades ocorridas no ambiente.

Seguindo a recomendação de Rheingantz *et al.* (2009, p.11) optou-se por aplicar os métodos selecionados a partir de uma abordagem experiencial, onde a atenção e percepção do observador "se volta, principalmente, para o entendimento das razões, nuanças e significados da experiência vivenciada no cotidiano de um determinado ambiente em uso". Consequentemente, a APO foi realizada sob a prática da observação incorporada, que não nega a utilidade dos instrumentos, mas os aplica de maneira diferenciada. De acordo com Rheingantz *et al.* (2009, p.107) torna-se necessário que o pesquisador "seja capaz de equilibrar os sentidos e as emoções, o racional e o emocional, na tentativa de não se deixar levar por impressões pré-concebidas, vagas, desatentas ou superficiais sobre o ambiente.".

Os cinco métodos aplicados neste estudo de caso, além de exigirem aplicações diferenciadas foram selecionados por contemplarem objetivos distintos (Quadro 1). Através do processo de avaliação percebeu-se que as diferentes metodologias aplicadas causaram diferentes reações nos usuários. Decidiu-se por relatar a experiência de interação entre pesquisadora e usuários, pois essa pode interferir, além dos processos, nos resultados da APO.

Durante a **Vistoria** a diretoria e coordenação do CMEI mostraram-se abertas e disponíveis. Foi observado que as crianças rapidamente se acostumam com a presença do pesquisador no ambiente escolar, sendo possível interferir minimamente no comportamento desses usuários, embora muitas vezes seja impossível evitar uma interação direta, elas são pontuais e não prejudicam a avaliação. Já para as professoras. a presença de um avaliador é incômoda e para diminuir este bloqueio elas devem perceber que a APO não avalia seus desempenhos pedagógicos, mas a interação do individuo com o ambiente construído.

Ao aplicar o método **Passeio *Walkthroug,*** percebeu-se que as professoras e as crianças estabeleceram sentimentos de pertencimento às salas de aula que ocupam. Esse sentimento, benéfico para os usuários, interferiu na forma com que a pesquisadora foi recebida nesses espaços, algumas vezes como um ser estranho introduzido dentro de um ambiente privado e outras vezes de forma receptiva e cordial. Devido a esses comportamentos, nota-se novamente a importância de que todos os funcionários entendam o processo de avaliação que está sendo realizado.

O **Mapa Comportamental** demandou uma postura mais observadora e afastada da pesquisadora. Devido a essa atitude, percebeu-se um incômodo por parte de alguns usuários adultos. Para minimizá-lo, em determinados momentos, a avaliadora dialogava com esses servidores públicos a fim de demonstrar interesse na relação dos usuários com o espaço construído e confirmar algumas percepções. Ao contrário para os usuários crianças, após o período de impregnação, quando eles já haviam acostumado com a presença da pesquisadora, o afastamento favoreceu o mapeamento, pois as ações praticadas pelas crianças não eram modificadas pelo processo de avaliação.

Diferente das outras técnicas já descritas, o **Desenho Temático** foi utilizado para uma abordagem direta aos usuários crianças. Nenhum dos alunos convidados se negou a realizar essa atividade, embora alguns tenham demonstrado maior apreço por desenhar, enquanto outros preferiam relatar suas experiências. Destaca-se que o auxilio das professoras das duas turmas selecionadas foi facilitador nos diferentes tipos de aplicações do método. Nos desenhos realizados individualmente, as crianças foram selecionadas pela professora por possuírem mais facilidade de representação gráfica. Já quando o método foi aplicado com um grupo de alunos na sala de aula, a professora auxiliou a pesquisadora na proposta da atividade às crianças e a mantê-las concentradas durante a elaboração dos desenhos.

Quadro 1 – Síntese dos métodos aplicados

Método	Objetivos	Aplicação
Vistoria 4 visitas	- Levantar aspectos básicos relativos ao equipamento escolar avaliado. - Auxiliar na seleção e no planejamento dos demais métodos e instrumentos a serem utilizados. - Promover um contato inicial entre a pesquisadora e os usuários da escola.	- Pesquisa sobre a região onde o CMEI é localizado, entrevistas aos usuários, utilização de mapas do *google maps* e de mapas disponibilizados pela Prefeitura de Coronel Fabriciano, obtenção dos projetos "Tipo B" disponibilizadas pelo Proinfância e os aprovados no município, produção de um estudo embasado pelas legislações locais, realização de registros fotográficos e sonoros com *smartphone* e utilização de carta solar específica.
Passeio *Walkthrough* 1 visita	- Conhecer toda a edificação a ser avaliada durante o seu uso e obter descrições dos aspectos positivos e negativos percebidos pelo próprio usuário. - Relacionar as percepções do usuário, acerca da vivência no espaço, ao conhecimento técnico do avaliador.	- O trajeto dinâmico foi realizado com uma funcionária do CMEI, que conhece todas as dependências da escola, tem contato direto com todos os funcionários e livre acesso a todos os ambientes. - O passeio acompanhado durou 25 minutos. A funcionária guiou a visita e a avaliadora interferiu minimamente apenas para sanar dúvidas a respeito do que era descrito. - Durante o trajeto apenas o áudio foi gravado, utilizando de um s*martphone*. Após o percurso, retornou-se aos ambientes visitados para produzir registros fotográficos dos pontos destacados, utilizando o mesmo aparelho celular e fones de ouvido para acompanhar os relatos gravados.
Mapa Comportamental 5 visitas	- Identificar os fluxos, as interações e a distribuição dos diversos grupos no espaço avaliado. - Registrar graficamente as atividades realizadas pelos usuários e suas relações com o ambiente construído. - Observar os comportamentos dos usuários durante diferentes atividades cotidianas na escola.	- Seguiu-se a recomendação de passar por um período de impregnação, para que os usuários acostumassem com a presença da pesquisadora. - Foi preciso acompanhar cada grupo de forma dinâmica e observar a partir de um ponto estratégico da escola, que não interferisse no uso cotidiano do ambiente. - Para registrar o mapeamento foi necessário dispor de plantas da escola, produzir croquis, realizar anotações descrevendo as ações, as turmas que as realizavam e em quais horários e utilizar de um *smartphone* para gravar áudios e produzir fotografias e vídeos.
Desenho Temático 2 visitas	- Avaliar os relevantes aspectos desenhados ou citados pelos usuários crianças. - Analisar quais elementos foram mais representados e quais cores foram mais utilizadas, relacionando-os com o cotidiano escolar e com o modo que os usuários crianças interagem e percebem o espaço construído.	- As crianças foram orientadas, de maneira lúdica, a desenharem as atividades que gostam de realizar na escola e em quais ambientem as praticam. - O desenho foi realizado juntamente com uma entrevista, facilitando a concentração da criança na atividade proposta e a análise dos desenhos produzidos. - Foram disponibilizados para as crianças do 1º período folhas de papel sulfite a4 branco 75g/m² e lápis de cor sextavado 36 cores.
Poema dos desejos 2 visitas	- Acessar aspectos cognitivos dos usuários adultos que foram obtidos a partir de suas experiências no lugar. - Alcançar declarações dos sentimentos, necessidades, aspirações e desejos dos usuários para com o ambiente avaliado.	- Foram entregues aos funcionários fichas com a frase "Eu gostaria que o meu CMEI...". - Os participantes foram orientados a respondê-las de forma livre, através de textos, expressões, palavras ou desenhos, utilizando materiais à suas escolhas. - Após uma semana da distribuição das fichas a pesquisadora recolheu com a coordenadora as que foram preenchidas pelos funcionários.

Fonte: Os autores

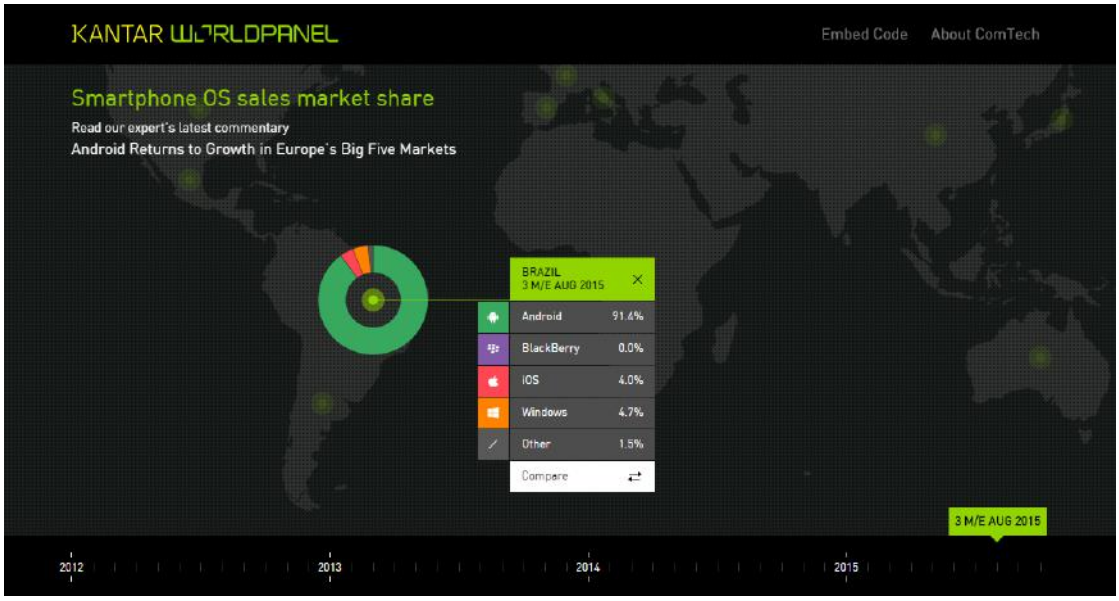
Para uma abordagem direta aos usuários adultos, funcionários, realizou-se o **Poema dos Desejos**. Acredita-se que a dinâmica de aplicação desse

método interferiu na quantidade de respondentes, já que exigiu que realizassem a atividade em seu tempo livre, ressaltando que a maioria dos funcionários trabalha em período integral. Pelo mesmo motivo, algumas respostas foram sucintas. Porém, a maioria dos participantes sentiu-se a vontade para demonstrar suas insatisfações, aspirações e contentamentos com o espaço escolar construído.

5 TECNOLOGIAS PARA AUXILIAR AS APLICAÇÕES DOS MÉTODOS E PRODUÇÃO DA APO

Indicam-se para auxiliar as APOs quatro aplicativos gratuitos, disponíveis na *Google Play Store*, loja virtual do *Android*, onde são armazenados aplicativos destinados à plataforma. Destaca-se que o *Android* é o sistema operacional mais utilizado no Brasil (Figura 1) e que todos os aplicativos selecionados são compatíveis com o *Smartphone Samsung Galaxy Gran Prime*, dispositivo utilizado na APO do CMEI.

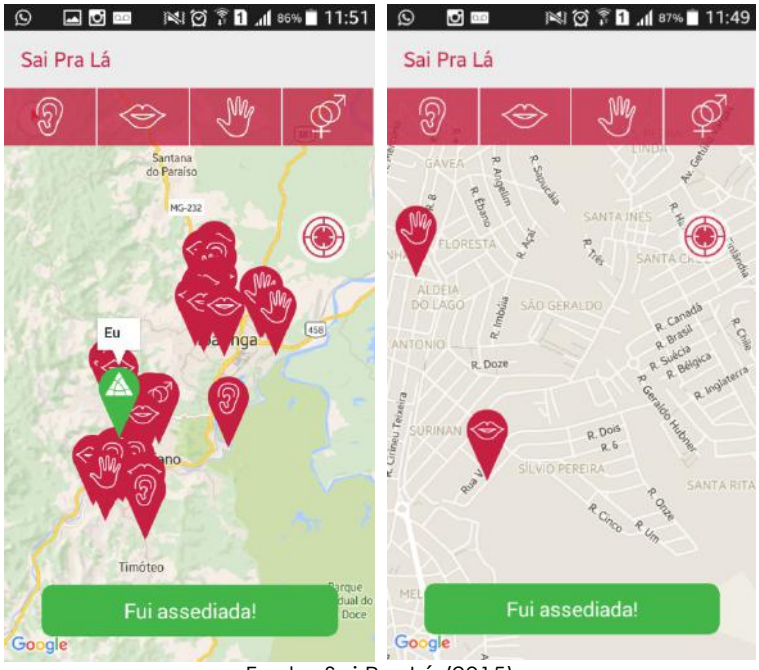
Figura 1 – Sistemas operacionais de *Smartphones* no Brasil



Fonte: *Kantar Worldpanel* (2015)

Para auxiliar a investigação e o levantamento de aspectos complementares durante a vistoria, foram selecionados dois aplicativos. O **Sai Pra Lá** ajuda a avaliar a segurança da área de implantação da escola. Esse aplicativo mapeia assédios às mulheres, incluindo sonoros, verbais, físicos e indefinidos, já possuindo 16.9 mil assédios registrados. As denúncias registradas são de grande relevância para a avalição, uma vez que a maioria dos funcionários da escola são mulheres e grande parte dos pais e responsáveis que levam e buscam as crianças são do gênero feminino. Foi verificado através do aplicativo que há diversos registros de assédios no Vale do Aço, inclusive no bairro Silvio Pereira 1, onde o CMEI é situado (Figura 2).

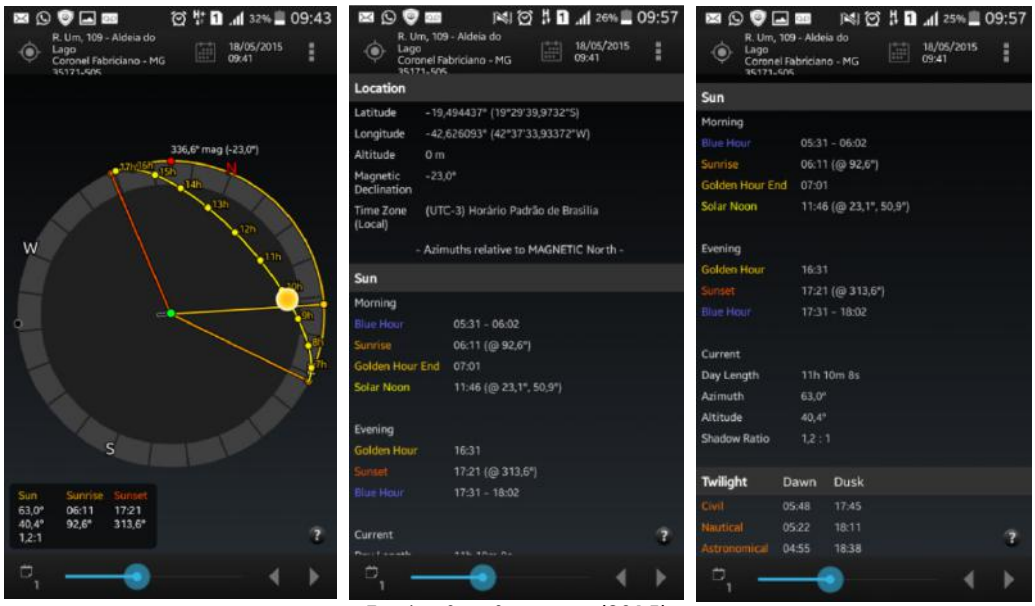
Figura 2 – Mapa Sai Pra Lá Vale do Aço e Silvio Pereira 1



Fonte: Sai Pra Lá (2015)

Já o ***Sun Surveyor*** auxilia nas percepções de questões relativas ao conforto na edificação. O aplicativo elabora uma carta solar específica através do GPS do celular e da data de medição. É possível visualizar de forma dinâmica a trajetória do sol além de acessar a dados como latitude, longitude, posições e horas do nascer e pôr do sol, azimute e altura solar (Figura 3). Através da carta solar foi possível perceber quais fachadas e ambientes recebem incidência solar direta durante os períodos da manhã e a da tarde, informações que aliadas aos outros métodos possibilitaram o entendimento da dinâmica escolar e avaliação dos problemas relativos ao conforto térmico no equipamento vistoriado.

Figura 3 – Carta solar e dados gerados no CMEI

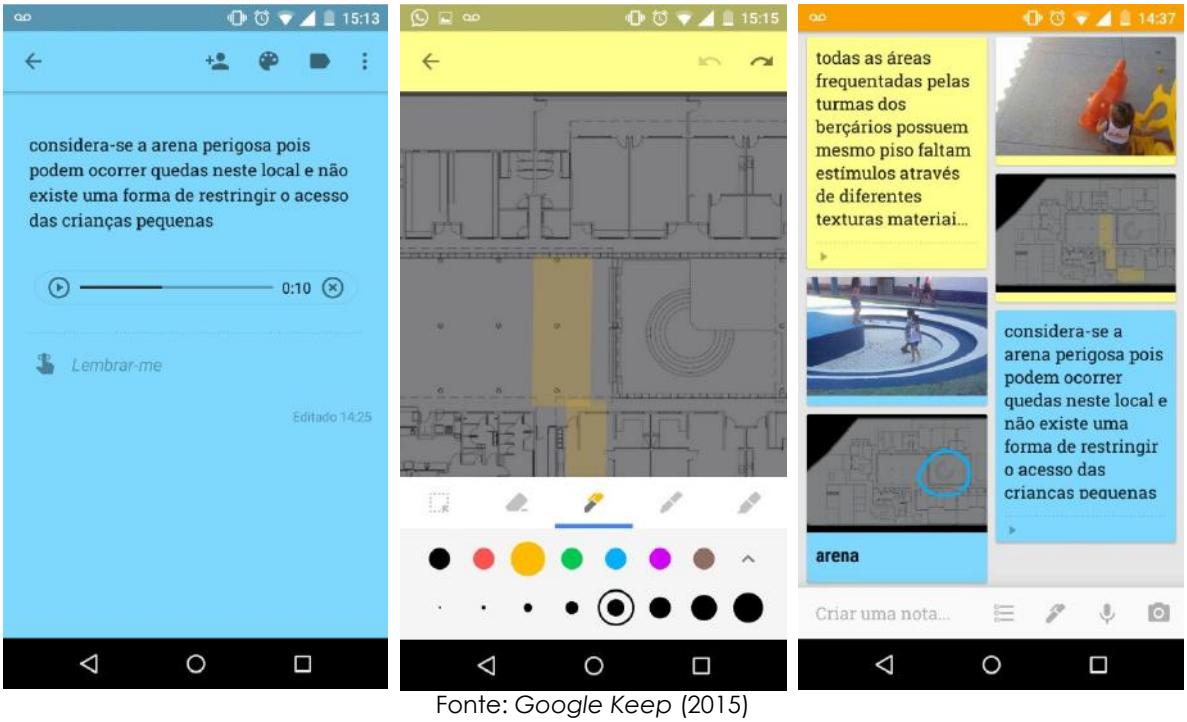


Fonte: *Sun Surveyor* (2015)

Uma ferramenta que facilita muito as aplicações dos métodos Passeio *Walkthrough* e Mapa Comportamental é o ***Google Keep***. Nesse aplicativo são criadas notas que podem conter textos, fotos e áudios, ele grava mensagens de voz, e as transcreve instantaneamente. É possível ainda anexar imagens como plantas ou mapas e desenhar sobre eles. Para agrupar itens relacionados adicionam-se cores e marcadores às notas, o que as organiza e facilita pesquisas nas notas salvas. Assim como outras ferramentas *Google*, o *Google Keep* é compatível com *smartphones, tablets* e computadores. Logo, o que é adicionado por um dispositivo ao *Google Keep* é sincronizado com todos os outros dispositivos.

Durante o Passeio *Walkthrough* a pesquisadora pode no mesmo aplicativo, gravar o relato do usuário, marcar na planta o ambiente relatado e produzir um registro fotográfico para ilustrar o que foi dito. De modo similar no mapeamento comportamental, a própria pesquisadora pode gravar notas em áudio descrevendo as atividades observadas, tirar fotos para ilustrá-las e identificar na planta em que locais as ações foram realizadas (Figura 4). Outro auxílio é a exibição das datas e dos horários em que todas as notas foram salvas, o que facilitou analisar os dados obtidos para os dois métodos. Consegue-se, desse modo, reconhecer o trajeto realizado no Passeio *Walkthrough*. Já no mapeamento, identificam-se os horários em que cada atividade foi praticada.

Figura 4 – Notas em áudios, desenhos sobre plantas e fotos



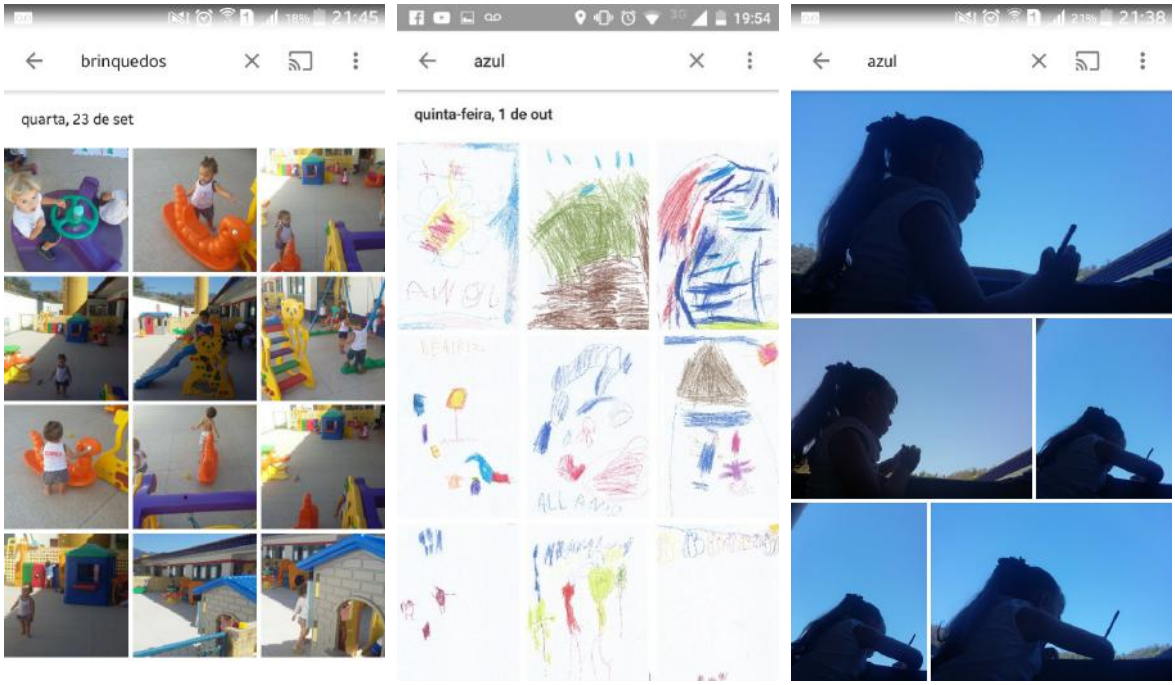
Fonte: *Google Keep* (2015)

Uma grande dificuldade encontrada durante a produção da APO é a organização e a seleção de fotos, necessárias para ilustrar diversas percepções sobre o espaço avaliado. Durante as visitas, no processo de avaliação do espaço construído, diversos registros foram realizados, porém, alguns ainda não estavam associados a um método específico.

Após a aplicação do Desenho Temático e do Poema dos Desejos, por exemplo, percebeu-se necessário comparar aspectos retratados pelos usuários com elementos ou ações observadas no CMEI, mas a busca em meio a tantas fotos tiradas tornou-se uma tarefa árdua.

Uma plataforma que promete facilitar muito esse processo é o ***Google* Fotos**, esse aplicativo, (Figura 5), possui recursos de organização e pesquisa visuais automáticas. É possível realizar buscas por cores, elementos, objetos, temas e até por pessoas, além disso, o aplicativo também exibe as fotos organizadas por datas. Ambas as funções facilitam e simplificam todo o processo de elaboração de um relatório de Avaliação Pós-Ocupação. Destaca-se ainda que, além dessa plataforma poder sincronizar todos os outros dispositivos configurados com a mesma conta *Google*, ela disponibiliza armazenamento em nuvem ilimitado, seguro e gratuito das fotos e vídeos em alta qualidade.

Figura 5 – Pesquisas por cores e elementos



Fonte: *Google* Fotos (2015)

6 CONCLUSÃO

A análise da Avaliação Pós-ocupação evidenciou que a aplicação de multimétodos em uma APO com foco em aspectos comportamentais é fundamental para que seja possível confrontar as percepções do pesquisador com as dos diferentes grupos de usuários, crianças, orientadoras pedagógicas e demais funcionários. Deve-se então selecionar os métodos avaliando, além de seus objetivos e de suas metodologias de aplicação, quais usuários são abordados por cada técnica.

A partir de uma análise das dinâmicas de aplicação dos métodos selecionados, ressaltaram-se facilidades e dificuldades de suas aplicabilidades. Após essa experiência, indicaram-se tecnologias que servem

como instrumentos para auxiliar futuras avaliações de ambientes construídos voltados à educação infantil.

Notou-se, através de pesquisa bibliográfica, a ausência de uma ferramenta específica com finalidade de amparar e embasar a realização de APO. Acredita-se que, a partir de das tecnologias existentes indicadas, seja possível elaborar uma matriz eficiente, uma plataforma digital, interativa e dinâmica, que auxilie uma avaliação focada na percepção dos usuários. Para o desenvolvimento do projeto da matriz será necessário que a pesquisadora trabalhe em conjunto com programadores de aplicativos para dispositivos móveis.

Propondo uma metodologia eficiente para realizar a APO, através de uma matriz específica para avaliação das percepções dos usuários, que direcione os avaliadores durante a avaliação e possibilite a produção de material para apresentação dos resultados obtidos, espera-se facilitar esses processos, estimulando profissionais e estudantes de arquitetura e urbanismo a utilizarem a Avaliação Pós-Ocupação como uma atividade crítica, possível e necessária, além de um nicho a ser explorado no mercado brasileiro de construção civil.

AGRADECIMENTOS

Ao Curso de Arquitetura e Urbanismo da UNILESTE, ao Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFV, ao Grupo de Pesquisa INOVA; à FAPEMIG e aos sujeitos da pesquisa**.**

REFERÊNCIAS

AIELLO-VAISBERG, T.M.J. **Investigação de representações sociais.** In: TRINCA, W. (org.) Formas de investigação clínica em Psicologia: procedimentos de desenhos de família com estórias. São Paulo: Vetor, 1997. p.267-268.

BARROS, L. A. F.; KOWALTOWSKI, D. C. C. K. **Avaliação de projeto padrão de creche em conjuntos habitacionais de interesse social:** o aspecto da implantação. São Paulo: NUTAU/FAU/USP, 2002.

BECHTEL, R. B. **Avaliação Pós Ocupação**. Manuscrito não publicado. Universidade do Arizona, Tucson, EUA, 1989.

BRASIL. **Resolução nº 6, de 24 de abril de 2007**. Ministério da Educação, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/arquivos/pdf/resolucao_n6_240407_proinfancia_medida18.pdf.pdf> Acesso em: 22 fev. 2015.

CASTELLS, M. **A sociedade em rede**. 13ª. ed. São Paulo: Paz e Terra, v. I, 2010.

DFES. **Classrooms of the future**: innovative designs for schools. The Stationary Office, London. 2003.

ELALI, G. A. **Ambientes para educação infantil:** um quebra cabeça? Contribuição metodológica na Avaliação Pós-Ocupação de edificações e na elaboração de diretrizes para projetos arquitetônicos na área, São Paulo: USP, 2002.

MARANS, R. W.; SPRECHELMEYER. **Evaluating built environments:** a behavioral approach. Ann Harbor, Michigan: The University of Michigan/Institute for Social Research and the College of Architecture and Urban Planning, 1987.

ORNSTEIN, S. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) do ambiente construído**. Marcelo Roméro (colaborador). São Paulo: Studio Nobel, 1992.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M. **Observando a qualidade do lugar:** Procedimentos para a Avaliação Pós-Ocupação. Rio de Janeiro: PROARQ/FAU/UFRJ, 2009.

ROSSO, T. **Racionalização da Construção**. São Paulo: FAUUSP, 1980.

SANOFF, H. **Visual research Methods in Design**. Nova York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

TCU. Tribunal de Contas da União. GRUPO I – CLASSE V – Plenário TC 011.441/2012-7. **Relatório de Auditoria**. Fundo Nacional do Desenvolvimento da Educação e Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação. Brasília, 2012. Disponível em:<http://portal3.tcu.gov.br/portal/page/portal/TCU/imprensa/noticias/noticias_arquivos/011.441-2012-7%20%28Proinf%C3%A2ncia%29.pdf > Acesso em: 01 abr. 2015.

TIBÚRCIO, T. **O impacto de novas tecnologias nos ambientes de aprendizagem**. Anais do Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído. São Carlos, SP: [s.n.]. 2009. p. 703-713.

TRINCA, W. **A investigação clínica da personalidade:** o desenho livre como estímulo de apercepção temática. Belo Horizonte: Interlivros, 1976.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PESQUISA BIBLIOMÉTRICA SOBRE *TARGET VALUE DESIGN*[1]

NEVES, Antônio Arthur Fortaleza (1); SARAIVA, Raísse Layane De Paula (2); COMELLI, Mariana Lira (3); SOUSA, Domingos Sávio Viana de (4); BARROS NETO, José De Paula (5)

(1) PEC/UFC, e-mail: arthur@artificearquitetura.com.br; (2) PEC/UFC, e-mail: raisseps@gmail.com; (3) PEC/UFC, e-mail: marianacomelli@yahoo.com.br; (4) PEC/UFC, e-mail: saviovshalom@gmail.com; (5) GERCON/UFC, e-mail: barrosneto@gercon.ufc.br

RESUMO

Atualmente o processo de desenvolvimento de produto da construção civil ganha espaço a partir de estudos científicos, destacando o sistema de controle do desenvolvimento de projetos como importante fonte de desenvolvimento teórico. Uma metodologia estratégica denominada *Target Value Design* (TVD) tem sido utilizada nesse âmbito, a qual trata o valor determinado pelo cliente como parâmetro norteador do processo de desenvolvimento de produtos voltados para a construção. Isto posto, o presente estudo tem como objetivo a análise bibliométrica da produção científica do TVD, considerando suas fontes de referência, autores e metodologia de abordagem dos estudos identificados. A coleta de dados foi realizada através de pesquisa bibliográfica, especificamente na área da construção civil, utilizando a plataforma *ScienceDirect* e o Portal Capes, bem como congressos e periódicos da área da construção civil. Como resultados da pesquisa, foram encontrados 21 artigos nos últimos 07 anos, durante os quais se observa o crescimento das publicações que abordam o TVD. Também é possível identificar o crescente número de trabalhos com aplicação prática nos últimos 03 anos. Pode-se concluir que a metodologia TVD tem demonstrado crescimento relevante. Espera-se que essa pesquisa contribua para novos estudos na área de desenvolvimento de produtos da construção civil.

Palavras-chave: Target Value Design. Desenvolvimento de Produto. Bibliometria.

ABSTRACT

Currently the process of construction product development process gains space from scientific studies, in which the project development control system stands out as an important source of theoretical development. A strategic methodology called Target Value Design (TVD) has been used in this context, which is the value determined by the customer as a guiding parameter of the product development process focused on the construction. That said, this study aims to bibliometric analysis of the scientific production of TVD considering its reference sources, authors and approach methodology of the studies identified. Data collection was conducted through literature, specifically in the area of construction, using the ScienceDirect platform and the Capes Portal, as well as conferences and journals of the construction area. The results of the research come up with 21 articles in the last 07 years, in which there is the growth of publications that address the TVD. The growing number of studies with practical application can be also identified in the last 03 years. It can be concluded that

[1] NEVES, A. A. F.; SARAIVA, R. L. P.; COMELLI, M. L.; SOUSA, D. S. V.; BARROS NETO, J. P.. Pesquisa bibliométrica sobre *Target Value Design*. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

the TVD methodology has shown significant growth. It is hoped that this research will contribute to further research in the product development in construction área.

***Keywords**: Target Value Design. Product Development. Bibliometrics.*

1 INTRODUÇÃO

O processo produtivo da construção civil é composto de um rigoroso fluxo de informações e procedimentos, que estão subdivididos em fases distintas como: desenvolvimento de produto, planejamento e produção. O processo de desenvolvimento de produtos, pertinente à primeira fase do referido processo produtivo, é de suma importância para a cadeia, visto que a qualidade dos projetos de arquitetura e engenharia (AE), realizados de forma integrada, preenche as lacunas de informações exigidas pelas fases subsequentes.

Considera-se relevante o levantamento de métodos que promovam a melhoria no processo de desenvolvimento de produtos da construção civil. Portanto, entende-se que o estudo bibliométrico é de suma importância para a leitura atual das publicações do tema em questão.

O estudo bibliométrico deve ser conduzido para avaliar a investigação existente em projetos globais, e tem como função a aplicação de técnicas estatísticas com o objetivo de avaliar os padrões de documentos publicados e seus respectivos usos (DIODATO, 1994 *apud* BATTISTUZZO; PISCOPO, 2015).

A escolha da literatura analisada pode ser um dos pontos de partida para a análise bibliométrica, porém a utilização das palavras-chave na busca caracteriza uma proposta de rotina composta de fases de filtragem, visando a seleção dos trabalhos a serem coletados (COSTA; ANDRADE, 2015).

Em um estudo realizado por Cândido, Barreto e Barros Neto (2014), a coleta de dados foi obtida por meio de pesquisa bibliográfica através de levantamento sistemático a partir de anais de congresso e periódicos eletrônicos da área da construção civil.

A análise de citação examina as citações feitas pelos autores e se baseia no pressuposto de que o artigo citado é considerado importante, dado por um autor na sua pesquisa. Como tal, um documento mais frequentemente citado é potencialmente importante para o campo avaliado pelo estudo bibliométrico (TAHAI; MEYER, 1999 *apud* BATTISTUZZO; PISCOPO, 2015).

O presente estudo tem como objetivo a análise bibliométrica da produção científica do TVD, considerando suas fontes de referência, autores e metodologia de abordagem dos estudos identificados.

2 TARGET VALUE DESIGN – TVD

O *Target Value Design* (TVD) tem sido utilizado como ferramenta estratégica, que trata o valor determinado pelo cliente como parâmetro norteador do processo de desenvolvimento de produtos voltados para a construção civil. O processo utiliza um sistema de gestão das equipes de desenvolvimento de

projetos de arquitetura e engenharia, de forma integrada (OLIVA; GRANJA, 2015).

O método do TVD, proposto no trabalho de Zimina, Ballard e Pasquire (2012), está alinhado com os princípios da construção enxuta, visto que este solicita constante atualização do custo do projeto em fases distintas, promovendo uma contínua postura colaborativa entre os integrantes das equipes de projeto (KOSKELA, 2015).

A adoção de técnicas contidas no TVD promete benefícios para a indústria da construção civil, uma vez que existe o esforço para aumentar os resultados quanto ao sucesso e à certeza do custo envolvido na etapa de projeto (ZIMINA; BALLARD; PASQUIRE, 2012).

O método TVD utiliza como fundamento teórico 17 princípios que relacionam etapas com o objetivo de garantir um determinado valor requerido pelo cliente (BALLARD, 2011). Além disso, apresenta pontos fundamentais como: a decisão do cliente sobre financiamento do empreendimento; a determinação do custo total; a integração entre equipes de projetistas, fornecedores e cliente; e orçamentos rotineiros ao longo de todo o processo (BALLARD, 2011).

As pesquisas sobre o processo de gestão integrada do TVD nos EUA adotam, comumente, o custeio-meta como valor. Neste contexto, estudos na área hospitalar e educacional ganham espaço para aprimoramento da teoria (OLIVA; GRANJA, 2015). No Brasil, a abordagem sobre a teoria do TVD ainda é limitada e há a necessidade da difusão desses princípios, possibilitando, assim, conhecimento sobre um rigoroso método de gestão para o desenvolvimento de produtos na construção civil, envolvendo incorporadores, arquitetos, engenheiros projetistas, construtores e fornecedores (OLIVA; GRANJA, 2015).

3 METODOLOGIA

A pesquisa bibliográfica foi adotada como método de estudo. Para obtenção dos resultados, utilizou-se o sistema de busca em portais eletrônicos de bases científicas. A palavra chave "*target value design*" foi inserida nos campos de busca das plataformas científicas *ScienceDirect* e Portal CAPES. Outras fontes de pesquisa foram inseridas para atingir maior abrangência na área da construção civil, sendo estes: os anais de congresso do *International Group for Lean Construction* (IGLC); o *Lean Construction Journal*; e a Revista Ambiente Construído.

Não houve delimitação no período de busca das publicações, visto que é de suma importância a identificação do caminho percorrido pelas pesquisas desenvolvidas no tema em estudo.

3.1 Delineamento da pesquisa e protocolo de análise

Com base no trabalho de Cândido, Barreto e Barros Neto (2014), buscou-se o delineamento da pesquisa considerando as seguintes fases: 1- revisão

bibliográfica; 2- levantamento bibliográfico sobre *target value design*; 3- adaptação de modelo estruturado para análise; 4- análise de conteúdo com base no modelo; 5- resultados; 6-conclusões.

A análise de resultados teve como referencial os trabalhos de: Cândido, Barreto e Barros Neto (2014); Pithan *et al.* (2005); e Vasconcelos *et al*. (2013). Com base no estudo dos autores citados, foi possível estruturar a análise de conteúdos em protocolo adaptado para esta pesquisa, conforme segue:

1. Identificação dos artigos:
- Distribuição cronológica das publicações;
- Origem das publicações (eventos/periódicos).
2. Autores e instituições:
- Principais autores;
- Principais instituições (relacionadas aos autores principais);
- País de origem das instituições.
3. Citações:
- Autores mais citados;
- Congressos e periódicos mais citados;
4. Metodologia e lacunas do conhecimento:
- Identificação de estudos empíricos ou teóricos;
- Estratégia de pesquisa utilizada;
- Lacunas do conhecimento estudadas.

4 RESULTADOS

Com base no protocolo metodológico, é possível segmentar os resultados, possibilitando a análise dos dados obtidos. A amostra final resultou em 21 trabalhos, sendo verificada também sua distribuição cronológica ao longo dos últimos 07 anos.

4.1 Identificação dos artigos

Observa-se o crescimento das publicações que abordam o TVD na tabela 1. No ano de 2009, foi levantado apenas 01 trabalho, porém, no ano de 2015, foram levantados 08 trabalhos.

Quanto ao número de autores, observa-se um crescimento na participação de pesquisadores entre 2009 e 2015.

Tabela 1 – Distribuição cronológica das publicações no período analisado

Ano	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	Total
Número de Trabalhos	1	2	2	2	4	2	8	**21**
Número de Autores	1	5	6	4	10	10	31	**67**

Fonte: dos autores

A principal fonte de publicação levantada foi o IGLC, *International Group for Lean Construction*, com 61,90% de trabalhos publicados, conforme tabela 2.

Tabela 2 – Origem das publicações

Nº	Fonte	Total	% de Trabalhos
1	IGLC	13	61,90%
2	*Journal of Cleaner Production*	2	9,52%
3	*Lean Construction Journal*	1	4,76%
4	*Herd-Health Environments Research & Design Journal*	1	4,76%
5	*Journal of Construction Engineering and Management*	1	4,76%
6	*Building and Environment*	1	4,76%
7	*Procedia Engineering*	1	4,76%
8	Revista Ambiente Construído	1	4,76%

Fonte: dos autores

4.2 Autores e instituições

O autor que mais publicou sobre TVD foi Glenn Ballard, tendo 04 trabalhos como autor principal e 04 trabalhos como coautor, conforme tabela 3.

Tabela 3 – Principais autores identificados

Nº	Autor	Artigos como		Total
		principal	coaltor	
1	Ballard, G	4	4	**8**
2	Russell-Smith, S.V.	3	0	**3**
3	Do, D.	2	1	**3**
4	Lee, H.W.	2	1	**3**
5	Rybkowski, Z.K.	2	0	**2**
6	Oliva, C.A.	2	0	**2**

Fonte: dos autores

Conforme figura 4, a Universidade de Berkeley se destaca como instituição de maior colaboração de autores sobre o tema, ressaltando que as instituições levantadas foram relacionadas apenas aos autores principais.

Tabela 4 – Principais instituições identificadas, com base nos principais autores

Principais Instituições	Participação	% do total
Berkeley	8	38,10%
Universidade de Campinas	4	19,05%
Stanford University	3	14,29%
Texas A&M University	2	9,52%
Civil and Construction Engineering	1	4,76%
Pontificia Universidad Católica del Perú	1	4,76%
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	1	4,76%
University of Michigan	1	4,76%
Total	21	100,00%

Fonte: dos autores

A tabela 5 apresenta a origem das instituições, verificam-se apenas 03 países, ressaltando que a origem das instituições levantadas foram relacionadas apenas aos autores principais.

Tabela 5 – País de origem das principais instituições identificadas

País	% do total
EUA	72,73%
BRA	22,73%
PER	4,55%

Fonte: dos autores

4.3 Citações

Glenn Ballard também ocupa a primeira posição como autor mais citado, de acordo com a tabela 6.

Tabela 6 – Autores mais citados

Nº	Autor Principal	Quantidade de Citações
1	Ballard, G.	47
2	Pennanen, A.	9
3	Zimina, D.	8
4	Hillier, B.	3
5	Do, D.	3

Fonte: dos autores

A tabela 7 apresenta os congressos e periódicos mais citados. Como destaque, o IGLC surge com 48,04% de citações sobre o tema.

Tabela 7 – Congressos/Periódicos mais citados

Autor	Congresso/Periódico mais citado	% do total
IGLC	49	48,04%
Lean Construction Journal	18	17,65%
Building and Environment	15	14,71%
Journal of Cleaner Production	13	12,75%
Construction Management Economics	7	6,86%
Total	102	100,00%

Fonte: dos autores

4.4 Metodologia e lacunas do conhecimento

A tabela 8 identifica se foram realizados estudos empíricos ou teóricos. Pode-se perceber o crescimento de estudos empíricos ao longo do período apresentado, demonstrando uma evolução em relação ao ano de 2009. Em 2015, foram desenvolvidos 05 estudos empíricos sobre o tema. Também se pode identificar o crescente número de trabalhos com aplicação prática nos últimos 03 anos.

Tabela 8 – Identificação de estudos empíricos ou teóricos

Tipo de Estudo	Ano							Total
	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	
Empírico	0	2	1	0	2	2	5	12
Teórico	1	0	1	2	2	0	3	9

Fonte: dos autores

A tabela 9 identifica as estratégias de pesquisa adotadas. O estudo de caso como estratégia de pesquisa é predominante, com 75,00% de utilização nos 12 artigos que realizaram estudo empírico.

Tabela 9 – Estratégia de pesquisa utilizada

Estratégia de Pesquisa	Quantidade	% do total
Estudo de Caso	9	75,00%
Experimental	2	16,67%
Survey	1	8,33%
Total	12	100,00%

Fonte: dos autores

A tabela 10 identifica as lacunas do conhecimento estudadas. Para esse estudo, foram relacionadas tipologias de lacunas do conhecimento para análise. Foram identificadas 33,33% como lacuna denominada "Garantia de Custo de Projeto" e 25,00% como lacuna denominada "Valor Alvo não Relacionado a Custo".

Tabela 10 – Lacunas do conhecimento estudadas

Lacunas do Conhecimento	Quantidade	% do total
Garantia de Custo de Projeto	4	33,33%
Valor Alvo não Relacionado a Custo	3	25,00%
Relação Qualidade e Custo	2	16,67%
Grau de Integração entre Equipes	2	16,67%
Avaliação dos Princípios TVD	1	8,33%
Total	12	100,00%

Fonte: dos autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A amostra final resultou em 21 trabalhos, sendo verificada também sua distribuição cronológica ao longo dos últimos 07 anos.

Observa-se o crescimento das publicações que abordam o TVD. No ano de 2009, foi levantado apenas 01 trabalho, porém, no ano de 2015, foram levantados 08 trabalhos. Quanto ao número de autores, também se observa um crescimento na participação de pesquisadores, sendo 01 pesquisador em 2009 e 31 pesquisadores envolvidos em 2015.

A principal fonte de publicação levantada foi o IGLC, *International Group for*

Lean Construction, com 61,90% de trabalhos publicados, que pode ser considerado um grande fomentador do tema, pois concentra um grande percentual de publicações nessa área.

A Universidade de Berkeley se destaca como a instituição de maior colaboração de autores sobre o tema, com 38,10% de participação. Outro destaque pode ser feito para a Universidade de Campinas, que manteve 19,05% de participação. As duas instituições somam 57,15% de participação em publicações sobre o tema. É importante relatar que as instituições levantadas para essa classificação foram relacionadas apenas aos autores principais.

O artigo "*Target Value Design: current benchmark*", desenvolvido por Ballard (2011), pode ser considerado seminal com relação ao tema estudado. Essa conclusão foi baseada na elevada quantidade de citações do autor, que pode ser observada na Tabela 6, e também a partir da leitura da lista de referenciais dos artigos coletados, na qual grande parte das referências feitas ao autor estão relacionadas ao artigo citado.

Pode-se perceber o aumento de estudos empíricos identificados ao longo do período apresentado, considerando um crescente número de trabalhos com aplicação prática nos últimos 03 anos.

A adoção de estudo de caso como estratégia de pesquisa manteve predominância de 75,00% entre os estudos de caráter prático. Esse resultado sinaliza que a adoção de pesquisa de campo da metodologia TVD é uma prática necessária para sua verificação e melhoria.

Os resultados levantados com relação às lacunas do conhecimento foram bastante úteis para o estudo, pois comprovam que o campo de estudo sobre a metodologia TVD não se restringe somente à lacuna denominada "Garantia de Custo de Projeto", mas pode manter abrangência com relação a outros "valores de projeto" e, até mesmo, ao conjunto de princípios componentes da teoria TVD.

Conclui-se que a abordagem científica relacionada ao TVD tem demonstrado crescimento relevante, contribuindo assim com o desenvolvimento da teoria e de novas metodologias de aplicação prática.

Espera-se que essa pesquisa contribua para novos estudos na área de desenvolvimento de produtos da construção civil, fornecendo suporte de referencial teórico no referido campo do conhecimento. A pesquisa foi muito útil para compreensão do estado da arte do TVD. Faz-se necessária a continuidade no aprofundamento do referencial coletado para estudos específicos e exploratórios do tema.

REFERÊNCIAS

BALLARD, G. Target Value Design: current benchmark. **Lean Construction Journal**, v. 6, n. 1, p. 79-84, 2011.

BATTISTUZZO, F. J.; PISCOPO, M. Global projects: a bibliometric study of international business journals. **Internext**, v. 10, n. 2, p. 31-45, 2015.

CÂNDIDO, L. F.; BARRETO, J. M. L.; BARROS NETO, J. P. **Análise da produção científica relacionada ao custeio-meta (target costing) na construção civil nos últimos 5 anos (2009-2013)**.In: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 15. Anais… Maceió: 2014,p 1388-1397.

COSTA, V. F.; ANDRADE, T. Comportamento de cidadania organizacional: caracterização da produção científica internacional no período de 2002 a 2012. RAM. **Revista de Administração Mackenzie**, v. 16, n. 2, p. 45-71, 2015.

KOSKELA, L., 2015. **Where rhetoric and lean meet**. In: Proc. 23rdAnn. Conf. of the Int'l. Group for Lean Construction, Perth, Australia, July 29-31, pp. 527-535.

OLIVA, C. A.; GRANJA, A. D. Proposta para adoção do Target Value Design (TVD) na gestão do processo de projeto de empreendimentos imobiliários. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 15, n. 4, p. 131-147, out./dez. 2015.

PITHAN, D. N; AZAMBUJA, M. M. B; FORMOSO, C. T. BARROS NETO, J. P; Caracterização da produção científica de áreas de conhecimento específicas: aplicação à gestão e economia da construção. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 5, n. 3, p. 7-18, jul./set. 2005.

VASCONCELOS, I. A.; SOARES, M. F.; HEINECK, L. F. M.; BARROS NETO, J. P. Análise da produção científica de área de conhecimento específico: caracterização do tema requisitos do cliente do mercado da construção civil. **Revista Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 13, n. 1, p. 95-108, jan./mar. 2013.

ZIMINA, D.; BALLARD, G.; PASQUIRE, C. Target value design: using collaboration and a lean approach to reduce construction cost. **Construction Management and Economics**, v. 30, n. 5, p. 383-398, 2012.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CONDIÇÕES AMBIENTAIS E PERCEPÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO: ESTUDO DE CASO COM TRABALHADORES DE ESCRITÓRIOS[1]

NODA, Lumy (1); LIMA, Amanda V.P. (2); LUNA, Natália (3); BRAGA, Milena Sá (4); RAMOS, Carolina (5); LEDER, Solange Maria (6)

(1) UFPB, e-mail: lumynoda@hotmail.com; (2) UFPB, e-mail: mandavieira@hotmail.com; (3) UFPB, e-mail: natalialunaarquitetura@gmail.com; (4) UFPB, e-mail: milena_sabraga@hotmail.com; (5) UFPB, e-mail: carolina.pbr@gmail.com; (6) UFPB, e-mail: solangeleder@yahoo.com.br

RESUMO

O conforto ambiental térmico está entre as condições necessárias para promover a saúde, a segurança e a produtividade dos trabalhadores. Nesse contexto, observa-se atualmente que grande parte dos ambientes ligados ao setor terciário, principalmente nos meios urbanos, tem ampliado o uso do condicionamento artificial para garantir condições de conforto térmico. A questão colocada a partir desta investigação é a percepção do conforto térmico de trabalhadores de escritórios em clima quente e úmido em ambientes com ar-condicionado e ambientes ventilados naturalmente. Trata-se de um estudo de caso, em que 13 escritórios, situados em distintas localizações na cidade, foram analisados: cinco deles são ventilados naturalmente e oito utilizam o sistema de ar-condicionado. A temperatura do ar e a umidade relativa foram monitoradas ao longo de 10 dias e paralelamente às medições, questionários de avaliação da percepção de conforto térmico com os trabalhadores desses ambientes foram aplicados. Sobre os resultados observou-se que o elevado percentual de desconforto nos ambientes com ar-condicionado evidencia dissonância entre as necessidades dos trabalhadores e o ajuste do sistema.

Palavras-chave: Conforto térmico. Avaliação Pós-Ocupação. Percepção de conforto.

ABSTRACT

Indoor thermal comfort is among the necessary requirements to promote workers' health, safety and productivity. In this context, we observed that most workplaces in the service sector of economy, mainly in urban spaces, have increased the use of artificial air conditioning to assure good thermal comfort conditions. The issue addressed by our investigation – the results of which being presented in this article – is the comfort perception of office workers in a hot and humid climate, when occupying air-conditioned buildings and naturally ventilated buildings. This being a case study, we analyzed thirteen offices located in different buildings around the city, five of them being naturally ventilated, while eight using air-conditioning systems. Outdoor and indoor temperature and humidity were monitored for ten days. Alongside, we applied a questionnaire on the thermal acceptability with these offices workers. The results showed that the high percentage of occupants discomfort in the air-conditioned buildings highlights the dissonance between workers needs and the system's adjustment.

[1] NODA, Lumy *et al*. Condições ambientais e percepção do conforto térmico: estudo de caso com trabalhadores de escritórios. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Thermal comfort. Post occupancy evaluation. Occupant's comfort perception.*

1 INTRODUÇÃO

Apesar da representatividade dos edifícios no consumo energético[2] e o crescente incentivo das políticas públicas na adoção da eficiência energética nas edificações, a promoção do conforto térmico para os usuários dos edifícios por meio de climatização artificial torna-se cada vez mais frequente, especialmente em climas quentes e úmidos. Segundo Corbella e Yannas (2013) o grande aumento do consumo de energia necessário para solucionar problemas criados por um tipo de arquitetura, na qual quesitos de conforto térmico seriam solucionados por meio da engenharia térmica, não era levado em conta porque seu custo era irrisório. Em um panorama atual, no qual a sociedade enfrenta desafios na obtenção de energia elétrica, prover os ambientes internos com conforto térmico, aliado ao desempenho energético da edificação, apresenta-se como desafio das construções contemporâneas.

No contexto dos ambientes de trabalho, aqueles que são desenvolvidos em escritórios vêm se tornando uma realidade cada vez mais representativa nas grandes metrópoles e cidades brasileiras. De acordo com Somekh (2004), esta situação está ligada ao fato de que as grandes cidades têm, em sua maioria, a economia voltada a atividades do setor terciário, serviços e comércio, cuja principal dinâmica é realizada nesses ambientes.

De acordo com Wagner et al (2013), questões de conforto ainda não desempenham um papel importante na operação do dia-a-dia de edifícios comerciais. No entanto, em ambientes de trabalho a qualidade local afeta, além da saúde, a produtividade, tendo um impacto significativo no desempenho das atividades (CHOI et al, 2012). Newsham et al (2009) afirmam que melhores condições do ambiente interno elevam a satisfação no trabalho e outros aspectos relacionados à produtividade organizacional.

Ao realizar estudo por meio de Avaliação Pós-Ocupação comparativa entre edifícios convencionais e edifícios certificados energeticamentes, Newsham et al (2013) identificaram o maior desempenho destes últimos, ao considerar os índices de satisfação dos usuários com o ambiente quanto às condições térmicas e ao menor incômodo proveniente do vento e ruídos do ar condicionado, entre outros aspectos. Além disso, tem sido demonstrado que os edifícios comerciais modernos, com suas condições de conforto homogêneas, e muitas vezes tecnicamente acertadas, são particularmente problemáticos quanto à sensibilidade humana (BEHLING, 2002).

Nas regiões de clima quente úmido a ventilação natural é a estratégia mais simples para promover o conforto térmico quando a temperatura interna se torna elevada (FROTA e SCHIFFER, 2001), e um de seus principais benefícios, ao se minimizar diretamente o uso de sistemas de ventilação mecânica e ar

[2] De acordo com o Balanço Energético Nacional (BRASIL, 2015), o consumo energético das edificações (residencial, comercial e público), em 2014, atingiu 42,5% do total da oferta interna de energia elétrica.

condicionado, é a redução do consumo de energia (JONES e WEST, 2001). No entanto, verifica-se que a utilização de ar-condicionado, em detrimento do uso da ventilação natural, é uma prática reincidente. De Vechi, Cândido e Lamberts (2015) afirmam existir "*uma crescente tendência de edificações comerciais que utilizam o condicionamento artificial como forma de promover condições de conforto térmico*". Além disso, a exposição prolongada a ambientes condicionados artificialmente tende a causar impacto nos votos de aceitabilidade e preferência térmica dos usuários.

Os estudos de conforto térmico, por sua vez, visam estabelecer métodos de avaliação de um ambiente para que ele seja adequado às atividades desenvolvidas, tendo como princípios básicos a busca da satisfação térmica do homem, o aumento de sua produtividade e a conservação de energia (VERGARA, 2001). A partir desses questionamentos o presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de correlacionar as condições térmicas, com o nível de satisfação dos usuários de ambientes de escritórios naturalmente ventilados e climatizados artificialmente, localizados em uma cidade com clima quente úmido.

A pesquisa consistiu no estudo de caso de 13 ambientes utilizados como escritório de trabalho – de uso institucional ou particular – sendo cinco deles ventilados naturalmente e oito com utilização de ar-condicionado, durante dez dias ininterruptos no mês de novembro de 2015, na cidade de João Pessoa – PB. Foi realizada uma análise descritiva a partir do diagnóstico do desempenho térmico dos ambientes analisados, obtido através de dados quantitativos, com a realização de medições térmicas, e dados qualitativos, através da aplicação de questionários com os usuários durante a jornada de trabalho.

2 METODOLOGIA

A principal característica do método utilizado no desenvolvimento deste estudo é a simultaneidade do período de medição das variáveis climáticas e da obtenção das respostas quanto à percepção dos usuários, ocorrido no período de 20 a 29 de novembro de 2015.

A seleção da amostra de ambientes a serem investigados seguiu primordialmente o seguinte critério: escritórios que fizessem uso da ventilação natural ou de sistema de ar-condicionado, cujos usuários desempenhassem atividade metabólica moderada. Inicialmente foram estabelecidos critérios de semelhança na seleção dos espaços, a saber: tipologia arquitetônica e área (até 50 m²); densidade de usuários; orientação das aberturas; superfícies com incidência de radiação solar direta; localização do ambiente na edificação (preferencialmente não situado no último pavimento). Contudo, nem todos os critérios puderam ser atendidos, como será justificado adiante.

Numa fase exploratória inicial foram levantados registros dos ambientes, como dimensões, caracterização volumétrica, caracterização das envoltórias, esquadrias, quantidade de usuários e equipamentos utilizados,

que subsidiaram – além da seleção definitiva da amostra – a determinação dos dias disponíveis para coleta de dados e do local exato para instalação dos equipamentos.

Localizada na costa litorânea do Nordeste do Brasil, a cidade de João Pessoa - PB (7,11°S; 34,86°O) é caracterizada por um clima tropical úmido, conforme a Classificação Climática de Köppen. No ano de 2015 apresentou temperatura média anual de 25,84°C; amplitude térmica de 3,02°C; e umidade relativa média de 75,92%. Inserida na Zona Bioclimática 8, de acordo com a classificação do Zoneamento Climático Brasileiro (ABNT 15220-3), as estratégias de condicionamento térmico passivo incluem a adoção de ventilação cruzada permanente, sombreamento das aberturas e desumidificação do ambiente interno. Sabe-se que o calor e a umidade são as principais questões a serem levadas em consideração para a realização do conforto neste clima.

2.1 Medições térmicas

As medições térmicas foram realizadas com *dataloggers* Hobo U10 e U12, instalados nos ambientes internos (uma unidade por ambiente) que registraram, com frequência de 30 minutos, entre os dias 20/11/2015 e 29/11/2015, as variáveis: temperatura do ar e umidade relativa. Os *dataloggers* foram fixados sobre tripé e posicionados a uma altura de 90 cm em relação ao nível do piso, que corresponde à altura do tórax do usuário sentado. Priorizou-se a localização, em cada um dos ambientes, o mais próximo possível do local de permanência de um usuário e o mais distante possível de fontes de calor – tanto de equipamentos quanto de superfícies de alvenaria com radiação solar incidente. Os Quadros 1 e 2 apresentam a localização dos equipamentos, em planta baixa, em cada um dos ambientes.

Do mesmo período em que foram registrados os dados dos ambientes internos, procedeu-se à coleta de registros oficiais das mesmas variáveis do ambiente externo, procedentes de estação meteorológica automática localizada na região metropolitana da cidade. Uma vez que as variáveis do ambiente externo são registradas em horas inteiras, optou-se por também seguir esta frequência na análise dos resultados obtidos com as medições internas.

2.2 Aplicação de questionários

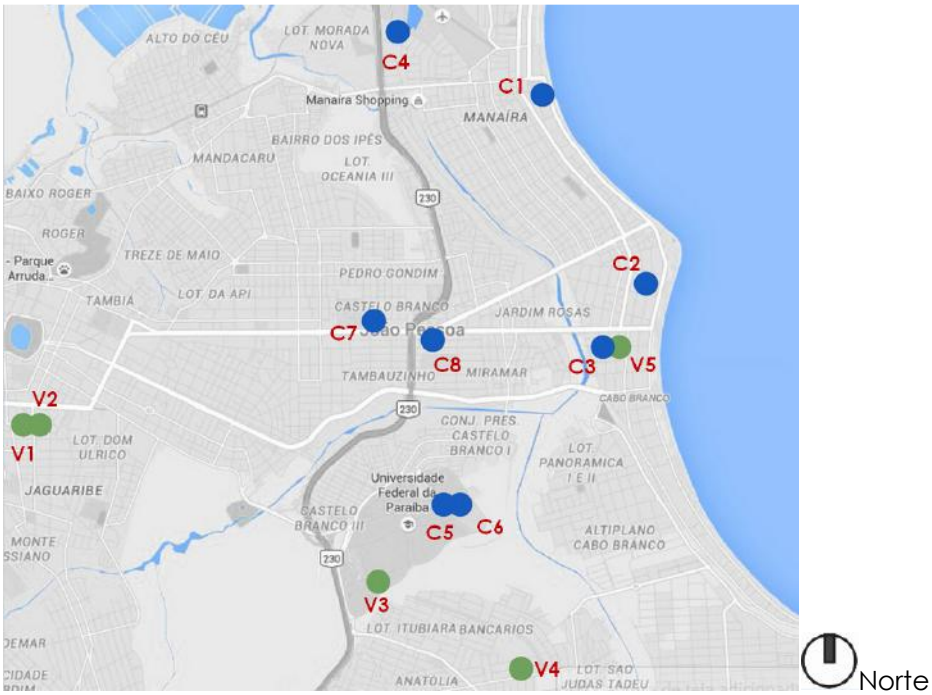
No mesmo período do registro das variáveis climáticas, questionários foram aplicados com os usuários, abordando questões quanto à percepção e o nível de satisfação em relação ao conforto térmico no desempenho das funções laborais. O questionário focou no registro das percepções dos usuários no momento exato de sua aplicação. Baseado na ASHRAE 55 (ASHRAE, 2010), foi subdividido em módulos, cujas questões abordavam: dados antropométricos; atividade realizada anteriormente à aplicação das questões e se o local contava com ar-condicionado; sensação térmica e

preferência térmica. Na discussão das respostas, foi utilizado o método de Fanger (1970), utilizando a escala de sete pontos, variando de +3 (muito calor) à -3 (muito frio), sendo o zero (neutro) o indicador do estado de conforto.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como resultado da seleção de ambientes disponíveis à coleta de dados, 13 ambientes foram escolhidos, dentre eles cinco – V1 a V5 – utilizam a ventilação natural como único meio de climatização do ambiente interno (Quadro 1); e oito deles – C1 a C8 – são condicionados artificialmente (Quadro 2). Destaca-se que o uso recorrente de ar-condicionado em ambientes de trabalho é percebido pela dificuldade de encontrar escritórios que não façam uso deste no condicionamento térmico, o que se reflete no menor número de ambientes naturalmente ventilados em relação aos climatizados neste estudo.

Figura 1 – Localização dos ambientes na cidade de João Pessoa



LEGENDA: Ambientes ventilados
Ambientes climatizados

Fonte: Os autores, adaptado de Google mapas

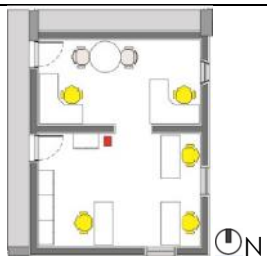
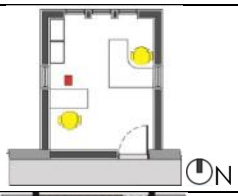
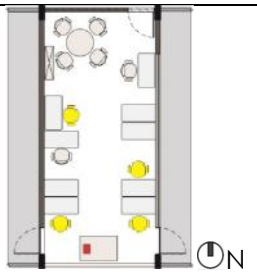
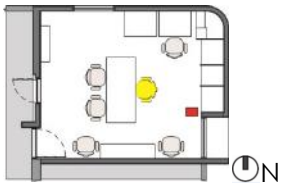
A localização dos escritórios está representada na Figura 1, e nela pode-se perceber a distribuição dos ambientes, que ocorre em nove bairros de João Pessoa. Têm-se três caracterizações urbanas distintas do entorno imediato dos objetos de estudo: proximidade ao litoral – caracterizado pela maior intensidade de ventilação natural; proximidade à maçico de vegetação – o que ocorre com ambientes situados em Campo Universitário; e um

adensado centro urbano – caracterizado pela proximidade de vias com intenso tráfego de veículos.

3.1 Caracterização dos ambientes

Os ambientes apresentam área entre 9,14m² e 34,80 m² e densidade de ocupação entre 1,63 a 13,4 usuários por m². Outras características variaram entre os 13 casos (Quadros 1 e 2), como a localização e dimensões das aberturas, e a orientação da alvenaria limítrofe pertencente à envoltória do edifício.

Quadro 1 – Caracterização do ambientes naturalmente ventilados

Ambiente	Planta Baixa	Tipologia edificação	Características
V1			Área: 34,80 m² Pé-direito: 3,50m Ocupação: 4 usuários/turno Ambiente: Térreo Edificação: Térrea
V2			Área: 13,40 m² Pé-direito: 3,55m Ocupação: 2 usuários Ambiente: 1° pav. Edificação: 1 pav.
V3			Área: 34,32 m² Pé-direito: 2,86 m Ocupação: 6 usuários Ambiente: Térreo Edificação: 1pav.
V4			Área: 9,14m² Pé-direito: 2,60 m Ocupação: 2 usuários Ambiente: 3° pav. Edificação: 4pav.
V5			Área: 19,78 m² Pé-direito: 2,15 m Ocupação: 3 usuários Ambiente: 3° pav. Edificação: 4pav.

LEGENDA: Localização do *datalogger*

Localização dos entrevistados

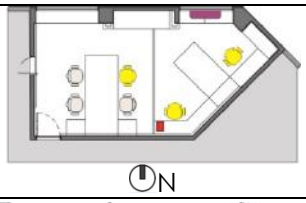
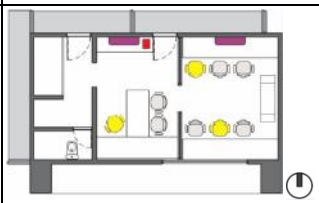
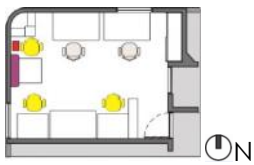
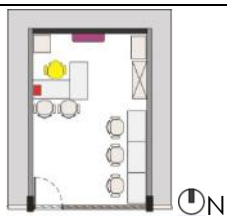
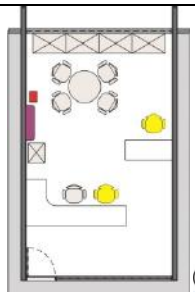
Fonte: Os autores

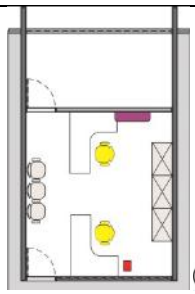
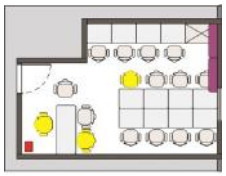
Alguns ambientes possuem características divergentes, por exemplo, o ambiente C7 é localizado no último pavimento da edificação e sua parede

externa está voltada para o oeste, o escritório também não é usado em horário comercial, portanto o uso do condicionamento de ar não ocorre ininterruptamente durante o dia; esse seria o caso mais extremo de insolação dentre os casos estudados. Sabe-se que em João Pessoa, a maior parte da insolação é dada na coberta, devido a sua localização geográfica (próximo ao zênite), portanto ambientes no último pavimento têm maior possibilidade de atingir temperaturas elevadas.

Os ambientes V1, V2, C2 e C8 também estão localizados no último pavimento da edificação; os ambientes V1 e V2, porém, devido a um pé direito duplo, têm a possibilidade de que as elevadas temperaturas sejam dissipadas e não aqueçam tanto o ambiente; C8 também foge dos padrões, tanto em relação aos horários de utilização – que ocorre com mais frequência à noite – quanto à densidade de ocupação, que é a mais elevada na amostra.

Quadro 2 – Caracterização dos ambientes condicionados artificialmente

Ambiente	Planta Baixa	Tipologia edificação	Características
C1			Área: 30,30 m² Pé-direito: 2,40 m Ocupação: 6 usuários Ambiente: 2° pav. Edificação: 3pav.
C2			Área: 26,16 m² Pé-direito: 2,37 m Ocupação: 5 usuários Ambiente: 2° pav. Edificação: 4pav.
C3			Área: 21,33 m² Pé-direito: 2,52 m Ocupação: 5 usuários Ambiente: 3° pav. Edificação: 4 pav.
C4			Área: 18,52 m² Pé-direito: 2,60 m Ocupação: 6 usuários Ambiente: térreo. Edificação: 1 pav.
C5			Área: 30,15 m² Pé-direito: 2,60 m Ocupação: 3 pessoas Ambiente: 2° pav. Edificação: 3pav.

C6			Área: 19,57 m² Pé-direito: 2,60 m Ocupação: 5 usuários Ambiente: 2° pav. Edificação: 3 pav.
C7			Área: 26,80 m² Pé-direito: 2,60 m Ocupação: 2 usuários Ambiente: 3° pav. Edificação: 3pav.
C8			Área: 21,22 m² Pé-direito: 2,60 m Ocupação: 13 usuários Ambiente: 3° pav. Edificação: 3pav.

LEGENDA:

Localização do *datalogger*

Localização do equipamento ar-condicionado

Localização dos entrevistados

Fonte: Os autores

Podemos concluir que a caraterização dos objetos não seguem exatamente os parâmetros idealizados inicialmente, tanto devido à disponibilidade dos ambientes para realização da pesquisa, uma vez que muitos se tratam de estabelecimentos particulares, quanto ao prazo reduzido para coleta de dados. Porém, por se tratar de um estudo de caso e não uma amostra de toda a população de escritórios da cidade, os ambientes escolhidos foram considerados válidos para o estudo.

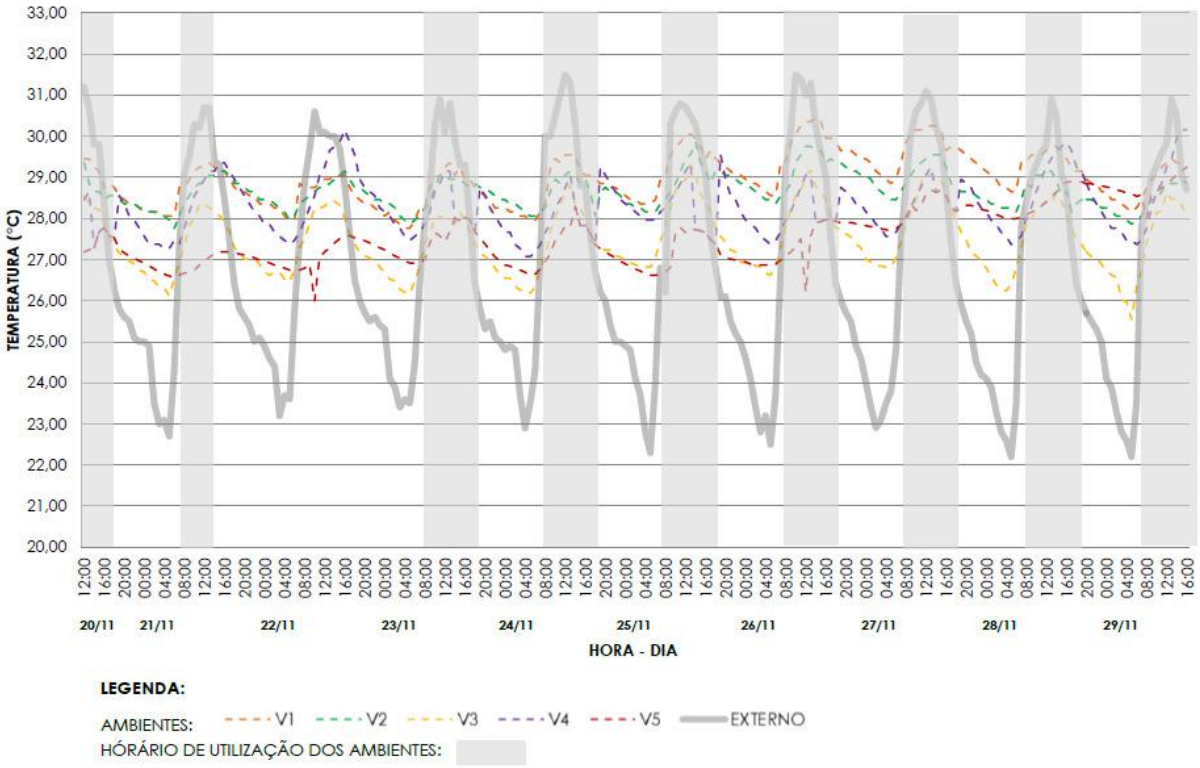
3.2 Medições

A Figura 2 demonstra a variação das temperaturas registradas, a cada hora, nos ambientes naturalmente ventilados, das 12h00min do dia 20/11/2015 até as 16h00min do dia 29/11/2015, totalizando um intervalo de 10 dias. Sobre os resultados observou-se que nesses ambientes as temperaturas oscilaram, no período diurno entre 27°C e 30°C, e no período noturno entre 25,5°C e 29,85°C, correspondendo a uma amplitude térmica inferior à observada no ambiente externo, cuja oscilação foi de 22,20°C a 31,50°C. Os ambientes V3 e V5 diferenciam-se dos demais, com temperaturas mais baixas situam-se, respectivamente, próximo à vegetação natural abundante e próximo ao litoral, enquanto os demais estão localizados próximos ao centro da cidade.

Sobre os ambientes ventilados, percebe-se que o comportamento térmico durante o final de semana (momento em que não foram utilizados por usuários) não variou significamente em relação aos dias úteis, quando em

uso. Além disso, o comportamento interno desses ambientes acompanhou a variação térmica observada no meio externo, com temperaturas mais elevadas no período diurno e temperaturas mais baixas no período noturno.

Figura 2 – Gráfico Temperatura/hora nos ambientes naturalmente ventilados

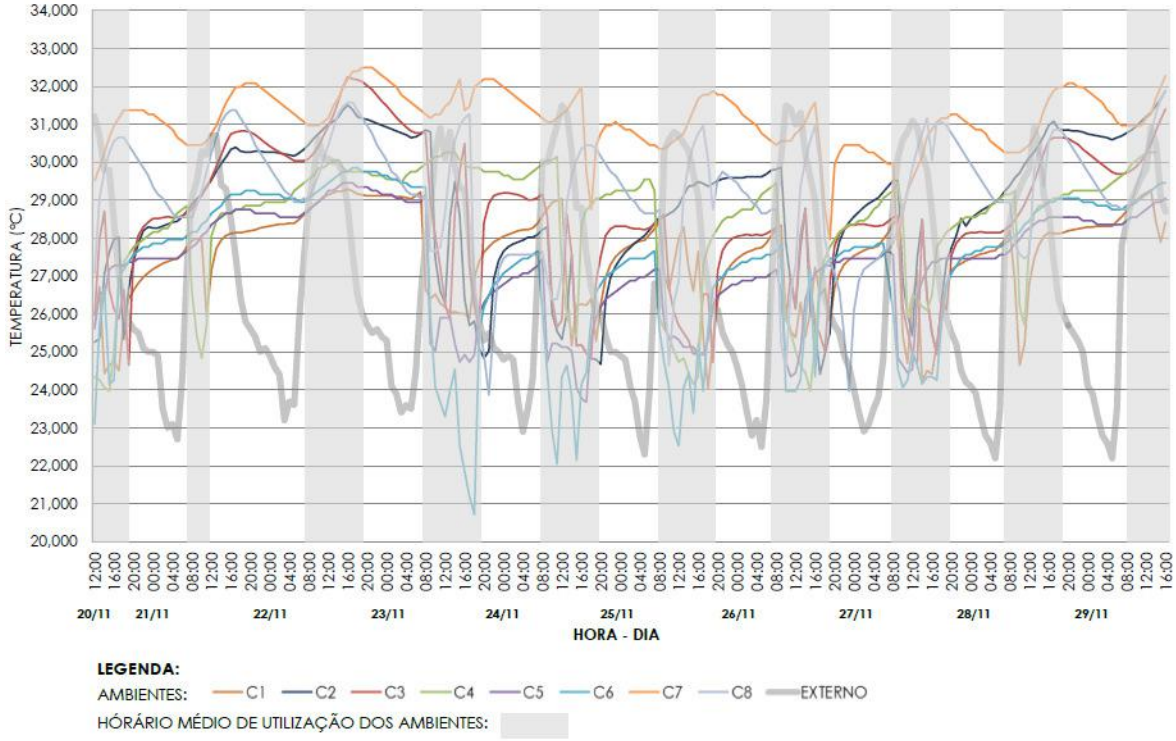


Fonte: Os autores

Na Figura 3 é apresentado gráfico das temperaturas registradas nos ambientes climatizados com ar-condicionado, sobrepostas aos registros de temperatura do ambiente externo. Os diferentes horários de utilização do sistema de climatização são percebidos na variação das temperaturas/horário, que oscilaram de 21,2°C a 32,39°C no período diurno e de 20,70°C a 32,50°C no período noturno.

Alguns desses ambientes chegaram a atingir temperaturas máximas superiores às registradas no ambiente externo: os ambientes C2, C3, C7 e C8 alcançaram 31,89°C; 32,25°C; 32,50°C e 31,88°C respectivamente, enquanto a máxima do ambiente externo foi de 31,50°C. Observa-se ainda, que no período noturno, quando o sistema de ar-condicionado está desligado, mesmo com o meio externo apresentando as temperaturas mais baixas, os ambientes mantêm temperaturas internas elevadas, similares às temperaturas externas durante o dia.

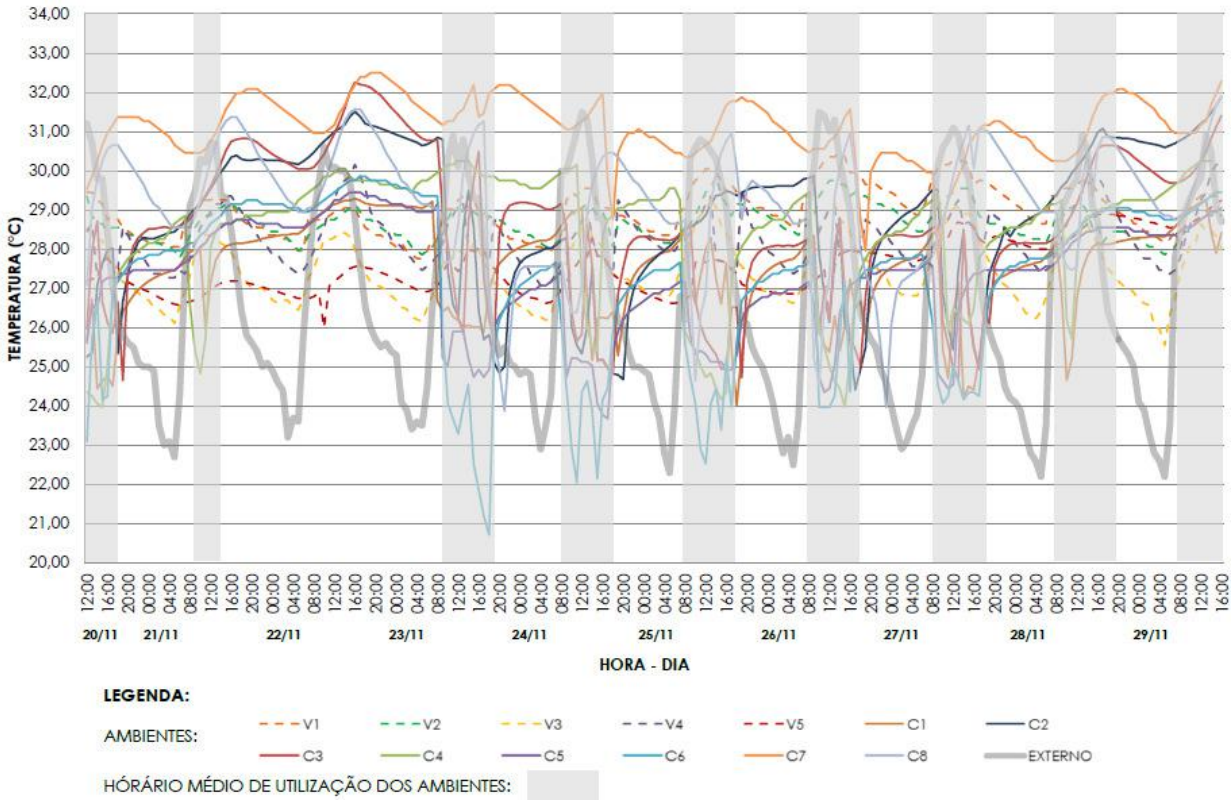
Figura 3 – Gráfico Temperatura/hora nos ambientes com ar-condicionado



Fonte: Os autores

Ao se sobrepor os gráficos dos ambientes ventilados e climatizados com ar-condicionado (Figura 4), notam-se as diferenças no desempenho térmico dos espaços em função da solução adotada no condicionamento do conforto interno. Enquanto aqueles naturalmente ventilados apresentam melhor desempenho térmico - evidenciado pela adoção de estratégias arquitetônicas na adequação da edificação ao clima local, como a utilização de aberturas e esquadrias vazadas que permitem trocas térmicas de maneira permanente - o isolamento dos ambientes que utilizam o sistema artificial de climatização e o acumulo de carga térmica por condução das envoltórias da edificação elevam a temperatura interna e, consequentemente, passam a exigir mais do sistema de ar-condicionado na adequação dos parâmetros de temperatura às necessidades de conforto dos usuários.

Figura 4 – Gráfico Temperatura/hora nos ambientes ventilados e climatizados com ar-condicionado



Fonte: Os autores

3.3 Questionários

A partir da análise das respostas obtidas nos questionários aplicados entre os usuários verificou-se a percepção daqueles em relação ao conforto térmico dos ambientes investigados. Foram entrevistados 31 usuários, sendo 13 questionários referentes às salas com ventilação natural e 18 nas salas com ar-condicionado. Por se tratar de ambientes com layout diversificado, procurou-se aplicar os questionários com usuários em atividade nos postos de trabalhos mais utilizados - o que muitas vezes corresponde à localização que mais se adequa às preferências térmicas individuais (Quadros 1 e 2).

Tabela 1 – Perfil da população entrevistada

Ambientes	**Gênero**		**Faixa etária**				**Naturalidade**	
			21-30	**31-40**	**41-50**	**51-60**	**João Pessoa**	**Outro**
Ventilados	Masculino	46%	83%	-	-	17%	50%	50%
	Feminino	54%	85%	15%	-	-	57%	43%
Climatizados	Masculino	66%	63%	18,5%	18,5%	-	58%	42%
	Feminino	33%	66%	17%	-	17%	66%	34%

Fonte: Os autores

Nos ambientes ventilados a maioria dos entrevistados é do gênero feminino (54%), a faixa étaria que mais esteve presente é formada por pessoas entre 21-30 anos e mais da metade dos entrevistados são naturais de João Pessoa. Os ambientes climatizados têm maioria de entrevistados do gênero masculino (66%) e as faixas etárias variam um pouco mais, porém a maioria tem idade entre 21-30 anos. Informações mais detalhadas podem ser encontradas na Tabela 1.

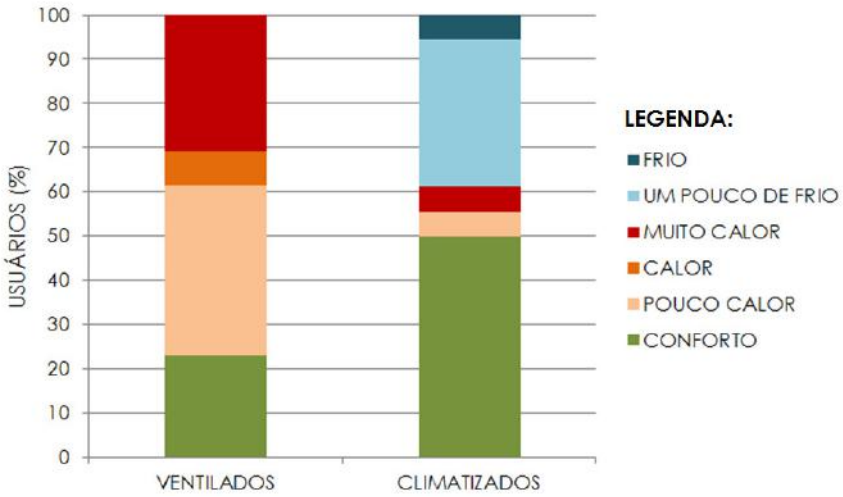
3.4 Percepção dos usuários

Nos ambientes naturalmente ventilados, em relação à temperatura, 23,08% dos usuários indicaram estar em situação de conforto (neutro), 38,46% informaram estar com um pouco de calor, 7,69% consideraram estar em uma condição de desconforto por calor e 30,77% afirmaram uma condição de muito calor (ver Figura 5).

Quando questionados sobre a percepção do espaço 38,46% dos usuários consideraram os ambientes ventilados como 'confortável', enquanto 7,69% 'um pouco desconfortável' e 23,08% como 'desconfortável' (ver Figura 6). A diferença entre os votos de conforto (temperatura vs. ambiente) revela que há uma percepção maior de desconforto quando este é associado à temperatura.

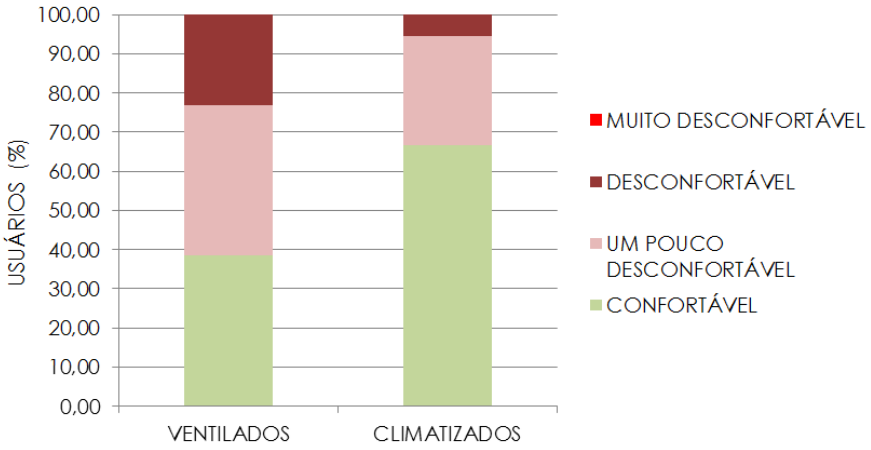
Ainda nesses ambientes, a ventilação incidente foi considerada 'confortável' para 15,38%, 'um pouco ventilado' para 69,23% e 'insuficiente' para 15,38% dos usuários. Dentre os entrevistados cuja percepção geral do espaço foi a de conforto (38,46%), 40% deles relataram que a ventilação incidente estava 'confortável' (ventilado) e 60% deles consideraram 'um pouco ventilado'; o que sugere que melhores condições de ventilação natural estão relacionadas aos maiores índices de conforto.

Figura 5 – Percepção dos usuários em relação à temperatura



Fonte: Os autores

Figura 6 – Percepção dos usuários em relação ao ambiente



Fonte: Os autores

A cerca da percepção térmica nos ambientes climatizados, 50% dos entrevistados relataram estar em situação de 'conforto' (neutro), do restante, 5,56% declararam estar com 'um pouco de calor' e 5,56% afirmaram estar com 'muito calor', totalizando assim 11,11% dos trabalhadores em desconforto por calor; ao mesmo tempo, 33,33% dos entrevistados relataram estar com 'um pouco de frio' e 5,56% afirmaram estar 'com frio', que resulta em um total de 38,89% pessoas com desconforto por frio (Figura 5). Mesmo com os usuários tendo a possibilidade de controle dos aparelhos para ajuste da temperatura interna, os votos de conforto não são absolutos ou unânimes.

Da mesma maneira que ocorreu nos ambientes ventilados, quando questionados a respeito da percepção do espaço, os usuários dos ambientes climatizados apontaram maior nível de conforto quando não se associa a temperatura: 66,67% afirmaram que os espaços climatizados são 'confortáveis', 27,78% disseram que são 'um pouco desconfortável' e 5,56% julgaram como 'desconfortável' (Figura 6).

O ar-condicionado, embora seja utilizado como dispositivo para a mitigação do desconforto por calor, apresenta-se como um segundo elemento gerador de desconforto. O desconforto por frio, pontanto, advém de uma condição artificial e inesperada, e não decorrente do clima natural, uma vez que em climas quentes úmidos já é esperado o desconforto por calor.

5 CONCLUSÕES

Sobre os resultados, observou-se que 50% do desconforto dos usuários nos ambientes condicionados artificialmente, um percentual elevado, tendo como base o limite de 10% de desconforto adotado nos índices PMV/PPD. Em um clima onde o sistema artificial tem como principal objetivo neutralizar o desconforto por calor, o percentual de desconforto pelo frio demonstra dissonância entre as necessidades dos trabalhadores e o ajuste do sistema,

embora este seja frequentemente disponível a adequações pelos próprios usuários.

Ainda sobre o percentual de desconforto nos ambientes climatizados, destaca-se a divergência na percepção do conforto térmico entre os entrevistados: simultâneo ao desconforto por frio (38,89%) foi relatado desconforto por calor (11,11%) em temperatura semelhante. Este fato demonstra diferenças significativas na preferência térmica e aponta para a hipótese do vício ao resfriamento artificial, causado pela exposição prolongada a ambientes condicionados artificialmente, sugerido por De Vechi, Cândido e Lamberts (2015). Essa exposição, além de modificar a preferência com base na memória térmica do usuário, interfere na aceitabilidade e tolerância por tempertaturas mais quentes, provocando uma dificuldade de se encontrar a neutralidade térmica e parâmetros de conforto.

Este trabalho, apesar dos limites de sua abrangência – tanto em relação à amostragem investigada quanto ao período de coleta de dados – evidencia um cenário propício a estudos mais aprofundados.

REFERÊNCIAS

AMERICAN SOCIETY OF HEATING REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS - ASHRAE. **Standard 55**: thermal environmental conditions for human occupancy, Atlanta, Georgia, 2010.

BEHLING, Sophia y Stefan. **Sol power: La evolución de la arquitectura sostenible**. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2002.

BRASIL. Empresa de Pesquisa energética. **Balanço Energético Nacional 2015 – ano base 2014: Relatório Síntese**. Rio de Janeiro: Empresa de Pesquisa Energética - EPE, 2015.

CHOI, JOON-HO *et al.* **Post occupancy evaluation of 20 office buildings as basis for future IEQ standards and guide lines**. Energy and Buildings, v. 46, p. 167-175, 2012.

CORBELLA, Oscar; YANNAS, Simons**. Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos**. 2. ed. rev. e ampl. Rio de Janeiro: Revan, 2009.

DE VECCHI, R.; CÂNDIDO, C. M.; LAMBERTS, R. **Thermal history and comfort in a Brazilian subtropical climate: a 'cool' addiction hypothesis**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 16, n. 1, p. 7-20, jan./mar. 2016.

FANGER, P.O. **Thermal Comfort: analysis and application in environmental engineering**. Copenhagen: Darlish Technical Press, 1970.

FROTA, Anésia; SCHIFFER, Sueli. **Manual de conforto bioclimático**. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001.

JONES, J.; WEST, A.W. **Natural Ventilation and Collaborative Design**, ASHRAE Journal, p. 46-50, Novembro 2001.

NEWSHAM, Guy et al. **Linking indoor environment conditions to job satisfaction: a field study**. Building Research & Information, Ottawa, v. 37, n. 2, p. 129-147, 2009.

NEWSHAM, Guy et al. **Do 'green buildings have better indoor environments? New evidence**. Building Research & Information, Ottawa, v. 41, n. 4, p. 415-434, 2013.

SOMEKH, Nadia. **A cidade vertical e o urbanismo modernizador**. 2. ed. rev. São Paulo, Editora Mackenzie, Romano Guerra, 2014.

VERGARA, L. G. L. **Análise das condições de conforto térmico de trabalhadores da unidade de terapia intensiva do hospital universitário de Florianópolis**. 222f. Dissertação (Mestrado em engenharia de produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

WAGNER, A. et al. **Thermal comfort and workplace occupant satisfaction – results of a field studies in German low energy office buildings**. Energy and Buildings, v. 39, p. 758-769, 2007.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

O USUÁRIO E O SEU COMPORTAMENTO NA AVALIAÇÃO DA ILUMINAÇÃO DA BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO -FAU MARANHÃO, SP[1]

NOGUEIRA, Flavia E. A. R. (1); HATANAKA, Aparecida (2); COSTA, Debora (3); PANZA, Gustavo (4); KNUDSEN, Marcelo (5)

(1) UAM, e-mail: aliottinogueira@gmail.com; (2) USP, e-mail: cidahatanaka@gmail.com; (3) USP, e-mail: debora.costa@usp.br; (4) e-mail: gustavo.panza@pirantininga.com.br; (5) e-mail: marcelo.knudsen@itau-unibanco.com.br

RESUMO

O edifício Vila Penteado atual sede da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU Maranhão, edificação tombada pelo CONDEPHAAT e CONPRESP; atualmente possui configuração de entorno diversa do original, sendo completamente cercado por edifícios residenciais altos, que geram significante sombreamento nas fachadas do edifício. Objetiva-se no presente trabalho verificar os índices de iluminância resultantes de medições in loco nos postos de trabalho da Biblioteca deste edifício, confrontando-os os dados obtidos por medição com a opinião do usuário, buscando assim compreender a correspondência entre as medições realizadas e interpretadas de acordo com a norma NBR15215-4 (ABNT, 2005); a percepção de conforto visual dos frequentadores registradas em questionários e observada por registro em vídeo. O trabalho foi realizado nos meses de outubro e novembro, a fim de captar diferentes características de tipos de céu. As medições, as filmagens e as entrevistas com os usuários foram realizadas nas mesmas datas. Obtiveram-se níveis de iluminância inadequados o desempenho das atividades na biblioteca, sendo que a ocupação das salas e a opinião do usuário divergiram dos dados obtidos no que se refere ao conforto para a leitura, evidenciando que a sensação de conforto visual se atrela a alguns outros fatores que não exclusivamente aqueles passíveis de mensuração.

Palavras-chave: conforto visual. percepção do usuário. adequações das edificações.

ABSTRACT

The Vila Penteado Building, presently College of Architecture and Urbanism University head-office, under CONDEPHAAT and CONPRESP trust; nowadays has a neighbouring configuration different from the original, being completely enclosed by tall residencial buildings, which generates significant shading at building's façades.The present work aimes to verify the iluminance indexes resulting from on the premises measurements at this building's library offices, comparing the measure data with user opinion, then looking for to understand

[1] NOGUEIRA, F. E. A. R.; HATANAKA, A.; COSTA, D.; PANZA, G.; KNUDSEN, M. O usuário e o seu comportamento na avaliação da iluminação da biblioteca da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo - Fau Maranhão, SP. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**...São Paulo. ANTAC, 2016.

the correspondency between the executed and NBR15215-4 (ABNT, 2005)understanding measures and the visual comfort users perception registered on questionnaires and videos. The work was carry out on the months of october and november, with the goal of embracing different characteristics of types of sky. The measurement, the filming and the users interviews were made at the same date. Inappropriates iluminance levels, concerning library activities were measured, given that workroom occupation and user opinion differed from obtained data in face of reading comfort, showing that visual comfort sensation are linked to some other points beyond, not exclusively those susceptible of measurement.

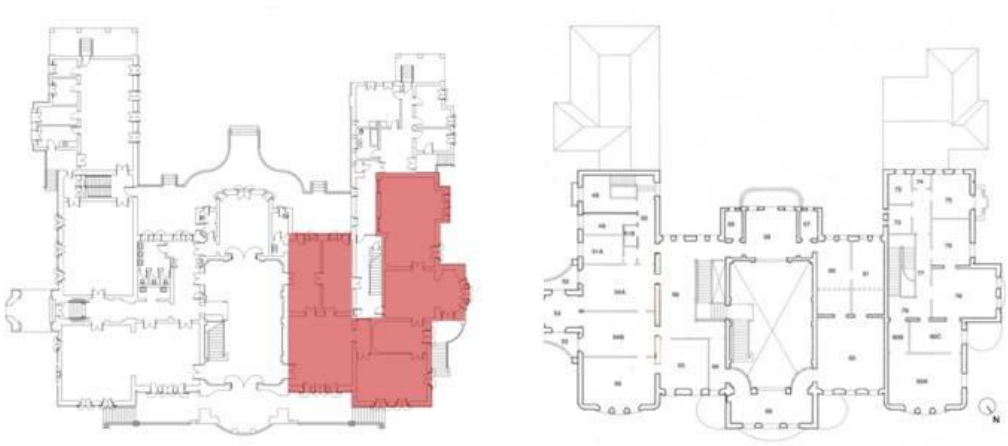
***Keywords**: visual comfort. user perception. adequacy of buildings.*

1 INTRODUÇÃO

O edifício Vila Penteado, onde hoje funciona a a Pós-Graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo – FAU Maranhão, foi projetado por Carlos Ekman e construído no início em 1902 para servir de residência. Doado à Universidade de São Paulo no final da década de 1930, em 1949 passou por adaptações para comportar a FAU que a partir de 1971 abriga exclusivamente seu curso de pós-graduação.

O edifício possui três andares. Possui pé direito de 5,25 m no pavimento térreo e de 4,65 m no pavimento superior. Seus grandes caixilhos, com 1,77 m de altura possibilitam uma ampla gama de variações de abertura para obtenção de controle térmico e lumínico dos ambientes. Na Figura 1 apresentam se plantas dos pavimentos térreo e superior.

Figura 1 Plantas do edifício Vila Penteado. Pavimentos térreo e superior

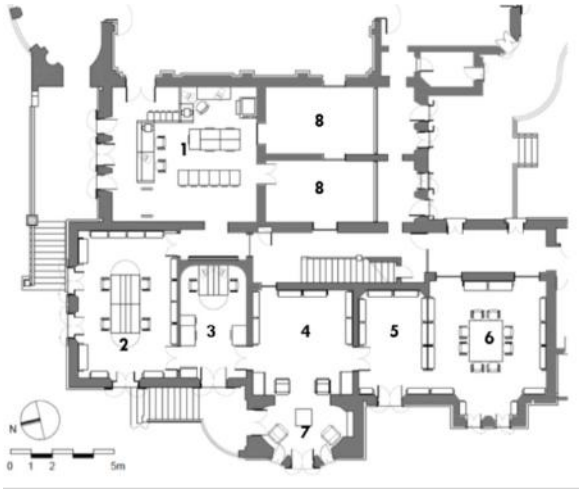


Fonte: Piratininga Arquitetos Associados

A biblioteca está localizada na parte colorida da Figura 1- passou por uma grande reforma que recuperou a pintura original e reestruturou o espaço para que pudesse abrigar racionalmente o grande acervo, dentre livros, teses e outros.

A biblioteca possui sete dependências, como apresentado na Figura 2. Possui duas salas de leitura e pesquisa, (2) e (6), onde se faz o foco deste trabalho, com orientação Nordeste e Noroeste.

Figura 2 – Setorização interna da biblioteca



Fonte: Piratininga Arquitetos Associados

A sala 2 possui três janelas, com peitoril a 93 cm , caixilho de 1,77 m de altura e 93 cm de largura, enquanto a sala 6 possui duas janelas, com caixilhos de 1,77 m, e 75 cm de largura, conforme Figura 3. A sala 2 recebe insolação pela manhã primordialmente, enquanto a sala 6 recebe insolação no período da tarde. Ambas as salas, no entanto, são sombreadas pelos edifícios vizinhos, recebendo na maior parte do dia somente radiação solar indireta e difusa.

Figura 3 – Salas de Leitura 2 e 6



Fonte: autores

A IESNA, *Illuminating Engineering Society of North America*, em 2000, aponta que a qualidade da iluminação está, primeiramente, relacionada com a visibilidade, que é definida a partir das necessidades humanas que dependem da iluminação: humor e atmosfera; desempenho de tarefa; conforto visual; julgamento estético; saúde, segurança e bem-estar e por fim, comunicação social. (IESNA, 2000).

O presente trabalho tem por objetivo avaliar o conforto lumínico das duas salas de leitura da biblioteca da FAU- Maranhão, analisando dados de medições realizadas *in loco* e interpretadas por relações quantitativas de acordo com parâmetros da NBR15215-4 (ABNT, 2005), cruzando-os com informações qualitativas a respeito da percepção do usuário quanto à

iluminação e observação de seu comportamento por meio de filmagem, de forma a averiguar correspondências entre os dados medidos e interpretados com os dados obtidos por meio de entrevista e observação.

2 MÉTODOS

A definição de espaço arquitetônico é a definição de fechamento, no qual a luz tem o papel principal. O sentido de espaço para nós depende do modo como a luz revela esse espaço fechado. O espaço como conhecemos nos ambientes arquitetônicos, é resultado do nosso total sistema de percepção: "alguns veem o ambiente não somente com os olhos, mas com os outros sentidos." (MILLET, 1995)

Fonseca e Porto 2015, afirmam que existem aspectos relacionados a dimensões subjetivas da percepção visual humana, além dos funcionais propagados pela ciência e tecnologia. Estes transcendem a abordagem pragmática e são reconhecidos pela psicologia e filosofia, sendo considerados pela crítica arquitetônica atual. Referem-se a relações de interação do homem com o espaço percebido, que vão além da eficiência visual e pertencem ao domínio do conforto visual e da saúde no sentido mais amplo.

Este trabalho visa compreender as quantidades de iluminância nos planos de trabalho e a satisfação do usuário na sua maneira de ocupação das salas de leitura/ estudo desta biblioteca. Assim as medições in loco foram realizadas nas salas 02 e 06, e em acordo com os primeiros resultados dos questionários foram realizadas medições na recepção para confronto das informações obtidas nos questionários nas primeiras medições.

Desta maneira, foram avaliadas as condições de iluminação natural conjunta com a artificial da edificação em situação real de ocupação e utilização, obtendo assim, subsídios para indicar se o ambiente atende às atividades desenvolvidas e se o ambiente satisfaz às necessidades dos usuários de acordo com as quantidades de acordo com Tabela 1.

Tabela 1 PLANEJAMENTO DOS AMBIENTES (ÁREAS) , TAREFAS ATIVIDADES COM A ESPECIFICAÇÃO DA ILUMINÂNCIA, LIMITAÇÃO DE OFUSCAMENTO E QUALIDADE DA COR.(NBR ISSO/CIE 8995)

Tipo de ambiente, tarefa ou atividade	E_m Lux	UGR_L	Ra
26. Bibliotecas			
Estantes	200	19	80
Área de Leitura	500	19	80
Bibliotecárias	500	19	80

Fonte:adaptado pelos autores.

A NBR ISSO/CIE 8995-1 ainda prescreve que para uma completa análise do ambiente deve ser verificada ainda a uniformidade[2] iluminância para analise de desempenho do ambiente.

3 MÉTODOS

3.1 Medições in loco da iluminação

As medições foram realizadas sem alterações do ambiente a fim de que a real situação de uso incorporada pelo usuário fosse mensurada sem que no momento das medições as informações obtidas de questionário não fossem adulteradas.

Foram realizadas as seguintes etapas para verificação do conforto luminoso:

-Anotações de condições de céu (observação)

-Obstrução de entorno – Carta solar- ECOTECT

-Medições no plano de trabalho (leitura). As medições foram realizadas sem alterações das condições de uso. (artificial / natural).

-Simulações SURFER13- para a distribuição em Curvas. (Isolinhas).

As medições foram realizadas em três etapas, nos períodos de funcionamento da Biblioteca (8:00 ás 17:00) nas seguintes datas:

06 de novembro de 2015 – salas 2 e 6;

11 de novembro de 2015 – salas 2 e 6;

26 de novembro de 2015 – salas 2 e 6, Recepção(referência para questionarios).

Figura 4 - Ambientes medidos 1 - Recepção/Recebimento; 2 - Sala de leitura 1 ; 3 – Bibliotecária; 6 - Sala de leitura 2



Fonte: autores.

[2] A uniformidade. A uniformidade da iluminância na tarefa não pode ser menor que 0,7.

As medições foram anotadas em tabelas e classificadas com cores de acordo com a Tabela 2 para auxilio na visualização do desempenho da iluminação foram anotadas as condições de céu e analise de uniformidade.

Tabela 2 Classificação de desempenho das quantidades de iluminâcia.

Iluminância(lux)	**Condições de uso**	
abaixo de 150	Insuficiente	
150-250	Mínimo	
300-400	condição satisfatória	
500-750	Recomendado NBR 8995	
750-1000	excesso de iluminância	
acima 1000	** ofuscamento	

Fonte: autores.

3.2 Aplicação de questionário

O questionário é um conjunto de perguntas sobre um determinado tópico que não testa a habilidade do respondente, mas mede sua opinião, seus interesses. É um levantamento de dados por amostragem, permite a generalização de uma população, assegurando a representatividade (Pinheiro, 2008).

Para a avaliação sob o olhar do usuário do conforto lumínico da biblioteca, foram aplicados 04 questionários distintos utilizando perguntas abertas e fechadas, com escala Linkert com 2, 3, 5 e 7 pontos. A aplicação ocorreu nos dias 14 de outubro e 06, 09 e 26 de novembro de 2015, com o total de 35 questionários.

No dia 14 de outubro foram aplicados 12 questionários para a avaliação do conforto lumínico da recepção e da sala de leitura 2, o tempo estava ensolarado durante todo o dia.

No dia 06 de novembro foram aplicados 08 questionários para a avaliação do conforto térmico e lumínico da sala de leitura 2 e da sala de leitura 6, o tempo estava nublado com períodos de chuva.

No dia 09 de novembro foram aplicados 06 questionário s para a avaliação do conforto térmico e lumínico da sala de leitura 2 e da sala de leitura 6, o tempo estava nublado com períodos de chuva e sol.

No dia 26 de novembro foram aplicados 09 questionários para a avaliação conforto térmico e lumínico da sala de leitura 2 e da sala de leitura6, com acréscimo de questões abertas sobre preferências, estética e impressões.

As perguntas feitas se referiam à percepção da iluminação do usuário no ambiente, bem como sugestões de alterações no ambiente, se achassem necessárias. Foram respondidas as perguntas apresentadas no questionário constante da Figura 5.

Figura 5 - Questionario aplicado aos usuários da biblioteca referente à iluminção

1. Em qual ambiente você se encontra?
   ( ) Recepção/Controle ( ) Sala de leitura 1
2. Qual tipo de atividade você exerce no ambiente?
   _____
3. Na sua opinião, a luz natural que entra no interior da sala é?
   ( ) Muito fraca ( ) Fraca ( ) Nem fraca, nem forte ( ) Forte ( ) Muito forte
4. Como você avalia o nível de iluminação nesta sala?
   ( ) Muito baixo ( ) Baixo ( ) Nem baixo, nem alto ( ) Alto ( ) Muito alto
5. Você considera esta sala:
   ( ) Muito clara ( ) Clara ( ) Nem clara, nem escura ( ) Escura ( ) Muito escura
6. Você precisa forçar os olhos para realizar a atividade nesta sala?
   ( ) Sim ( ) Não
7. Você percebe reflexos ao realizar atividade nesta sala?
   ( ) Sim ( ) Não

Fonte: autores.

3.3 OBSERVAÇÕES COMPORTAMENTAIS - FILMAGEM

A observação é um instrumento importante na pesquisa aplicada dos estudos de investigação das interações entre o comportamento humano e sua relação com o ambiente. Muitas ações cotidianas passam despercebidas pelos usuários quando questionados, por meio das observações ambientais consegue-se extrair dados confiáveis sobre o assunto pesquisado (PINHEIRO, 2008).

A utilização de meios audiovisuais na metodologia observacional minimiza a interferência, os possíveis erros do observador, possibilitando a neutralidade necessária, mantendo o rigor metodológico para assegurar maior validade ao estudo. O aprimoramento das técnicas de coleta de dados na pesquisa observacional, como o uso da filmagem, é um excelente fator de otimização dos dados (CANO & SAMPAIO, 2007).

Para a observação comportamental dos usuários da biblioteca foi instalada uma câmera fotográfica no dia 06 de novembro de 2015 das 10h30 às16h50 na sala de leitura 1 e dia 26 de novembro na sala 2 das 9h30 às 16h30.

A câmera utilizada para a filmagem foi uma SONY HDR-AZ1, lente ZEISS TESSAR, abertura: F2.8, distância focal: f=2,8mm, comprimento focal (equivalente a 35mm) (Modo filme): f=17, 1mm (16:9)*, FOV: 170°*, controle de exposição: automático. A filmagem foi editada nos programas Adobe Photoshop e Adobe Premiere gerando o *Time Lapse* para a análise dos resultados.

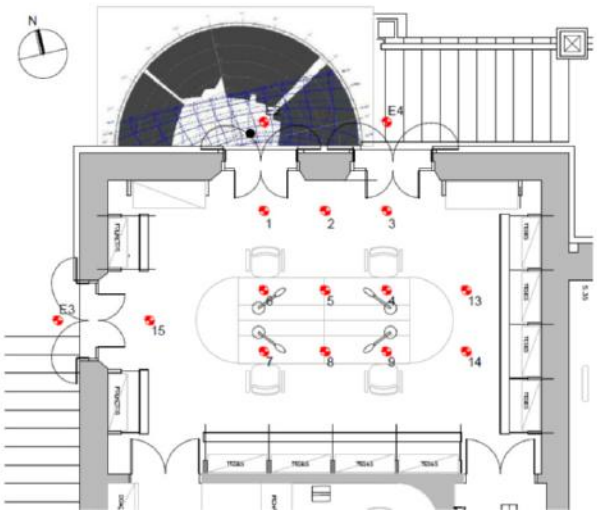
4 RESULTADOS E DISCUSÕES

4.1 SALA LEITURA 02

Os pontos medidos na sala de leitura 02 foram distribuídos de acordo com a localização dos planos de trabalhos no ambiente Figura 6.

Na sala de leitura 02 os usuários tem uma preferência clara em ocupar os espaços de costas e mais próximos as aberturas , de maneira contraria ao que se espera visto que o mesmo gera sombras no próprio plano de trabalho.

Figura 6 Localização dos pontos_SALAde LEITURA 02



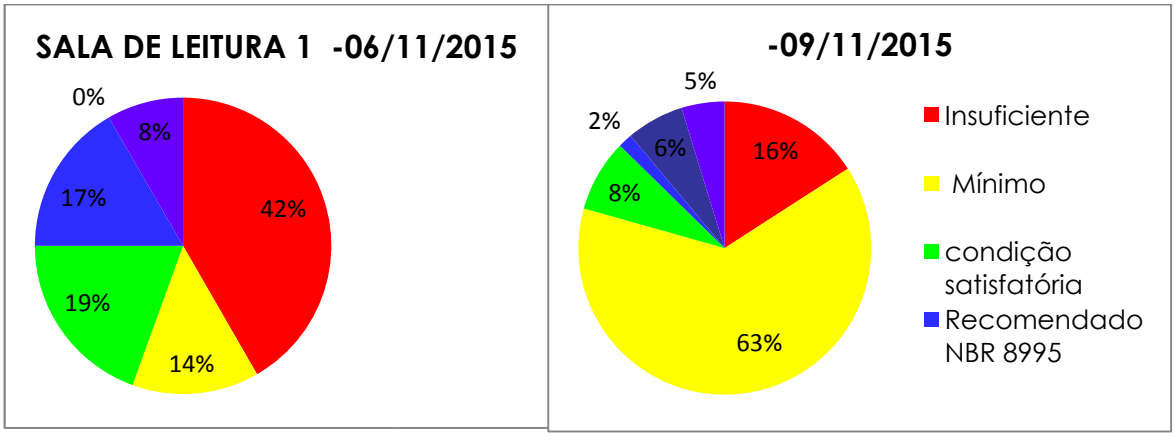
Quadro 1 Dados obtidos em medições dia 06 de novembro de 2015 _SALAde LEITURA 02

PONTO			HORÁRIO			
	x	y	10:30	12:30	14:30	16:30
1	2,5	4,3	1940	2560	200	194
2	3,5	4,3	100	700	200	122
3	4,65	4,3	1520	320	100	351
4	4,65	3	570	350	140	92
5	3,5	3	570	450	140	101
6	2,5	3	670	530	140	83
7	2,5	2	540	310	110	78
8	3,5	2	450	220	90	71
9	4,65	2	390	150	70	57
E2	referência externa		46500	18000	4800	2200
E4			38000	16000	3700	2200
	CÉU		LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	NUBLADO	NUBLADO
	Em		750,00	621,11	132,22	127,67
	UNIFORMIDADE		0,13	0,24	0,53	0,45

Quadro 2 Dados obtidos em medições dia 09 de novembro de 2015 _SALAde LEITURA 02

PONTO			HORÁRIO			
	x	y	10:30	12:30	14:30	16:30
1	2,5	2	2570	2590	1300	840
2	3,5	2	1182	686	280	160
B4	4,65	2	3250	2410	650	580
C2	2,5	3	658	274	200	160
C3	3,5	3	586	283	180	120
C4	4,65	3	573	270	180	140
D2	2,5	4,3	375	149	90	110
D3	3,5	4,3	312	206	90	110
D4	4,65	4,3	229	137	80	70
E2	referência externa		6170	16300	7000	3900
E4			3030	10550	7400	4100
	CÉU		LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	NUBLADO	NUBLADO
	Em		1081,67	778,33	338,89	254,44
	UNIFORMIDADE		0,21	0,18	0,24	0,28

Figura 7 Desempenho dia 06 e 09 de novembro de 2015 total de pontos medidos _SALAde LEITURA 02



Quadro 3 Dados obtidos em medições dia 26 de novembro de 2015 _SALAde LEITURA 02

PONTO			HORÁRIO						
	x	y	09:58	10:48	11:45	12:45	13:46	15:05	16:07
1	2,5	4,3	480	2600	2470	1860	922	423	1180
2	3,5	4,3	261	810	904	491	438	146	270
3	4,65	4,3	583	1205	1513	1260	512	271	950
4	2,5	3	139	466	446	313	233	119	232
5	3,5	3	164	380	469	258	184	113	195
6	4,65	3	138	344	402	287	160	114	215
7	2,5	2	165	320	274	188	179	90	222
8	3,5	2	120	208	236	162	122	93	125
9	4,65	2	90	166	195	144	98	63	114
10	2,5	1	76	136	233	121	138	77	290
11	3,5	1	93	128	215	143	122	84	163
12	4,65	1	66	99	146	104	70	60	102
13	5,95	3	126	184	281	167	91	86	117
14	5,95	2	75	106	156	85	60	72	86
15	0,5	2,5	650	1297	1520	1050	2220	2570	2680
E1	referência externa		9280	21300	37300	17600	14400	3600	8300
E2			8850	28800	90000	78400	12600	3550	7450
E3			9460	15300	18400	59000	92400	2510	11760
	CÉU		LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - incidência de luz solar direta	LIMPO - incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	NUBLADO	LIMPO - sem incidência de luz solar direta
	Em		215,07	563,27	630,67	442,20	369,93	292,07	462,73
UNIFORMIDADE			0,31	0,19	0,23	0,19	0,16	0,22	0,19

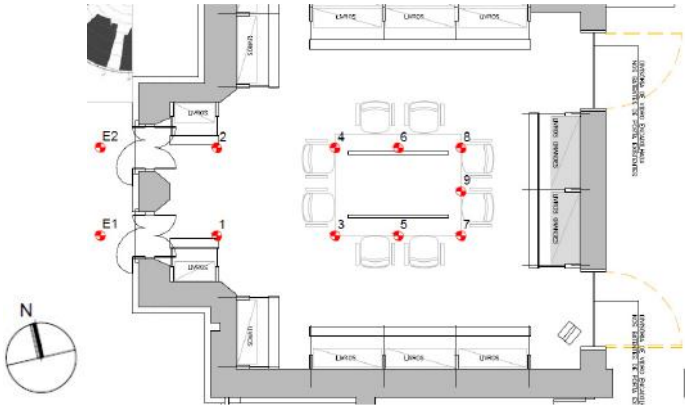
A Uniformidade não foi satisfatória em nenhum dos horários de medição na sala de leitura 02 também foi observado que próximo as estantes não foi atingido os níveis de iluminância considerados adequados pela . NBR

ISSO/CIE 8995(2013) sendo estas quantidades somente adequadas à circulação de pessoas.

4.2 SALA DE LEITURA 06

Os pontos medidos na sala de leitura 06 foram distribuídos preferencialmente sobre a mesa principal onde concentra se o plano de trabalho do ambiente conforme Figura 8.

Figura 8 Localização dos pontos_SALAde LEITURA 06



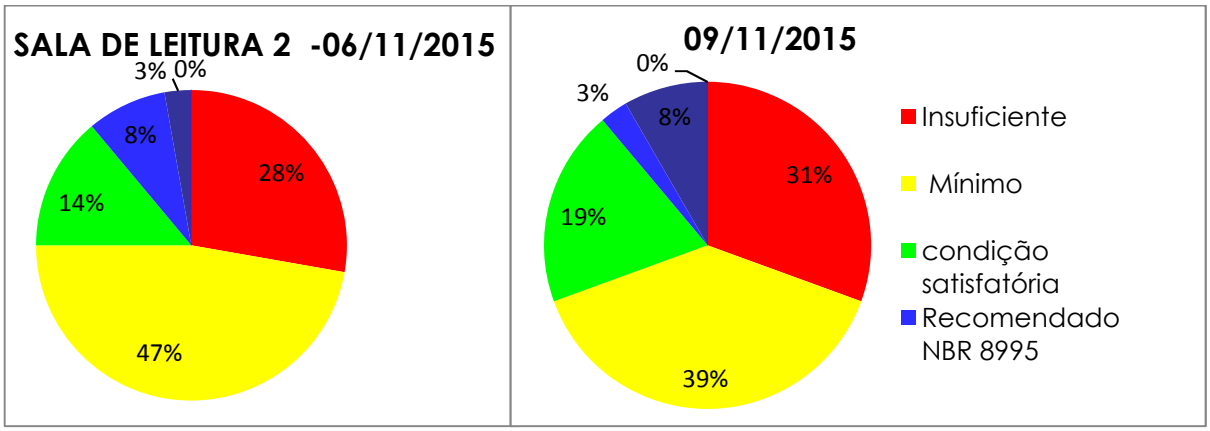
Quadro 4 Dados obtidos em medições dia 06 de novembro de 2015 _SALAde LEITURA 06

PONTO			HORÁRIO			
	x	y	10:30	12:30	14:30	16:30
1	0,5	0,75	850	650	110	215
2	0,5	2,15	640	500	130	225
3	2,62	0,75	260	200	180	165
4	2,62	2,15	250	210	130	154
5	3,62	0,75	270	240	250	215
6	3,62	2,15	260	230	160	215
7	4,62	0,75	150	150	140	122
8	4,62	2,15	160	140	220	155
9	4,62	1,45	130	100	120	137
E1	referência externa		13000	11000	3400	2200
E2			12300	10400	3300	2000
	CÉU		LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	NUBLADO	NUBLADO
	Em		330,00	268,89	160,00	178,11
	UNIFORMIDADE		0,39	0,37	0,69	0,68

Quadro 5 Resumo de Dados obtidos em medições dia 09 de novembro de 2015 _SALAde LEITURA 02

PONTO			HORÁRIO			
	x	y	10:30	12:30	14:30	16:30
1	0,5	0,75	939	760	220	180
2	0,5	2,15	875	645	90	100
3	2,62	0,75	222	210	150	150
4	2,62	2,15	222	222	130	120
5	3,62	0,75	232	264	220	230
6	3,62	2,15	244	252	180	190
7	4,62	0,75	154	144	100	110
8	4,62	2,15	169	151	120	120
9	4,62	1,45	187	178	100	120
E1	referência externa		11350	10150	2800	4640
E2			10850	9980	2400	4530
	CÉU		LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	NUBLADO	NUBLADO
	Em		360,44	314,00	145,56	146,67
	UNIFORMIDADE		0,64	0,44	0,55	0,48

Figura 9 Desempenho dia 06 e 09 de novembro de 2015 todos os pontos medidos _SALAde LEITURA 06



Quadro 6 Dados obtidos em medições dia 26 de novembro de 2015 _SALAde LEITURA 06

PONTO			HORÁRIO						
	x	y	09:35	10:35	11:35	12:35	13:35	14:48	15:54
1	0,5	0,75	88	413	940	523	1820	1500	940
2	0,5	2,15	130	248	340	441	2060	860	780
3	2,62	0,75	171	215	211	228	201	221	209
4	2,62	2,15	175	200	228	194	209	264	225
5	3,62	0,75	236	227	270	258	251	290	283
6	3,62	2,15	196	230	251	256	241	307	267
7	4,62	0,75	160	157	160	133	140	152	173
8	4,62	2,15	120	127	143	141	128	176	147
9	4,62	1,45	153	171	175	183	163	195	189
E1	referência externa		5900	9600	14400	21500	95700	5120	119100
E2			6360	10620	13360	18100	104700	4900	119100
	CÉU		LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - sem incidência de luz solar direta	LIMPO - incidência de luz solar direta	NUBLADO	LIMPO - incidência de luz solar direta
	Em		158,78	220,89	302,00	261,89	579,22	440,56	357,00
UNIFORMIDADE			0,76	0,57	0,47	0,51	0,22	0,66	0,41

Figura 10 Desempenho dia 26 de novembro de 2015 todos os pontos medidos _SALAde LEITURA 06

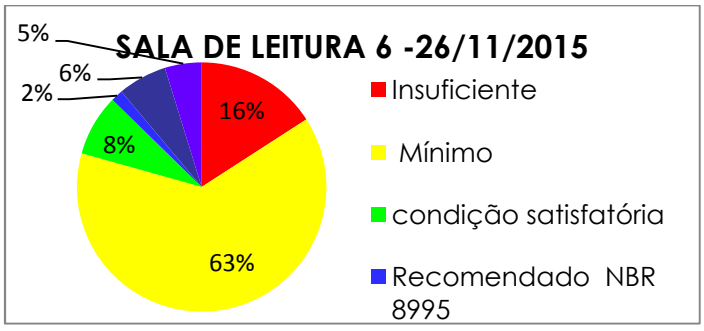
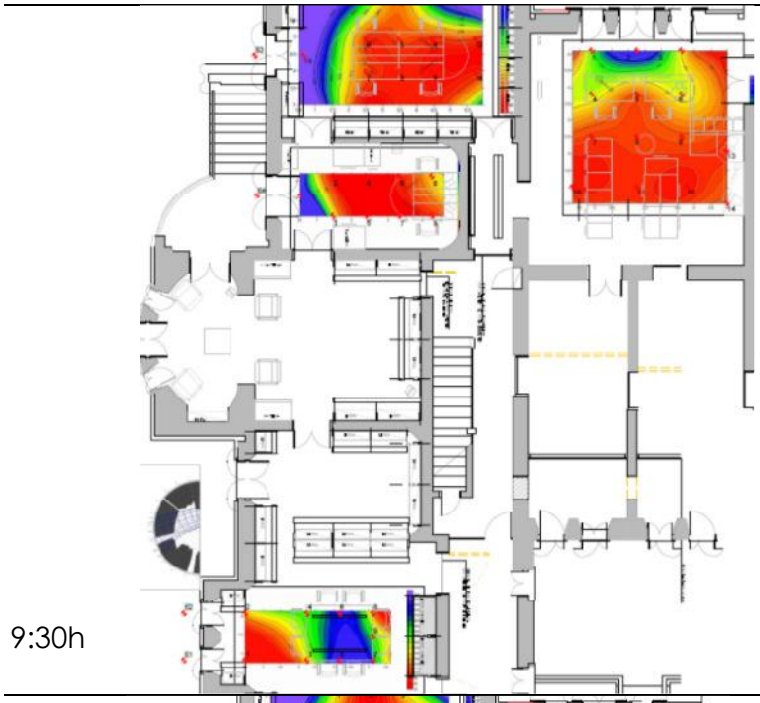
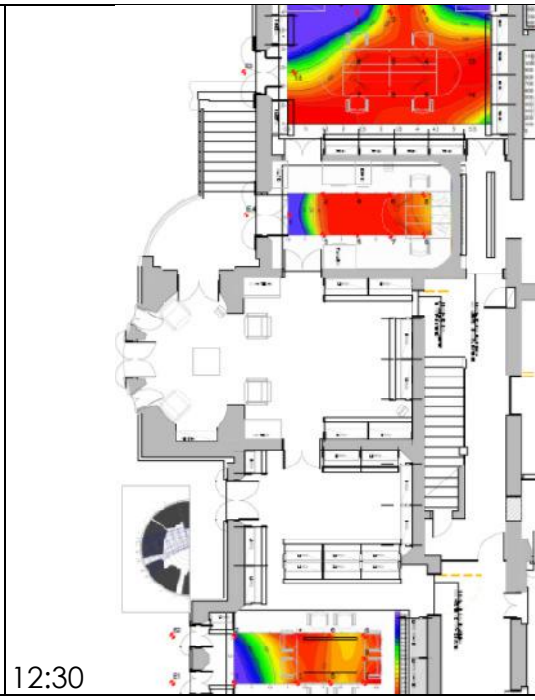


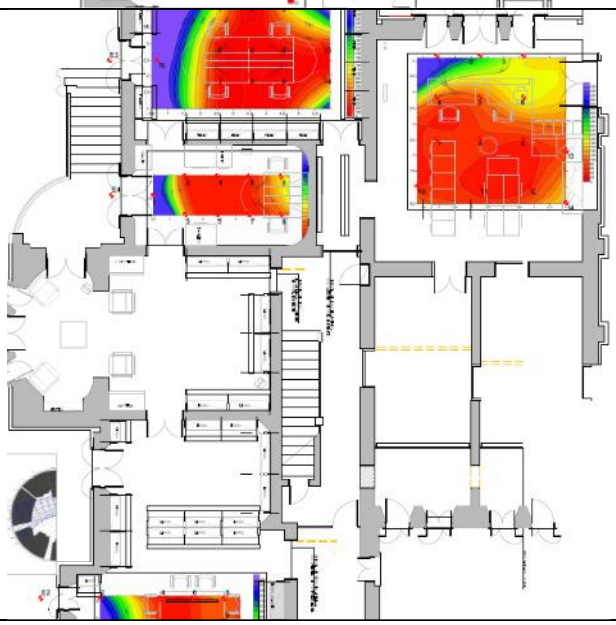
Figura 11 Distribuição em isolinhas do conjunto das medições pelo programa SURFER13 dia 26 de novembro de 2015 as 9:30, 12:30 e 15:30.



9:30h



12:30



15:30h

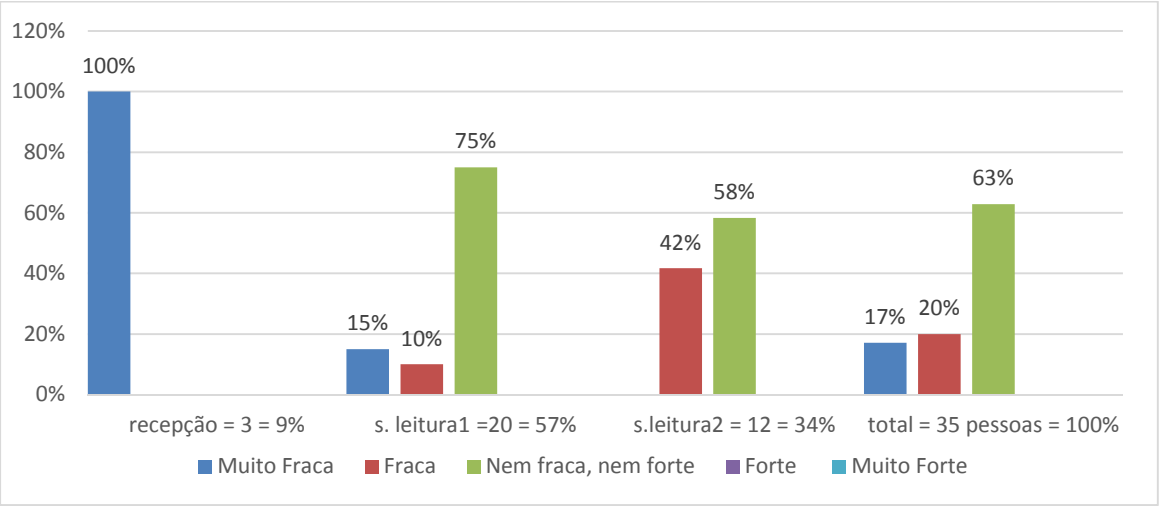
A distribuição de isolinhas realizadas no software SURFER 13 confirma a não uniformidade que caracteriza os ambientes e os baixos níveis de iluminância; não conferem insatisfação do usuário de acordo com os questionários respondidos .

4.2.1 Questionários

Os resultados dos questionários, na análise geral dos ambientes quanto à percepção da iluminação natural, conforme Figura 12, são: 63% dos usuários declararam ser suficiente, 20% fraca e 17% muito fraca. Na análise por ambientes, na recepção 100% dos usuários declararam muito fraca; na sala

de leitura 1, 75% declararam suficiente, 15% muito fraca e 10% fraca; na sala de leitura 2, 58% declararam suficiente e 42% fraca.

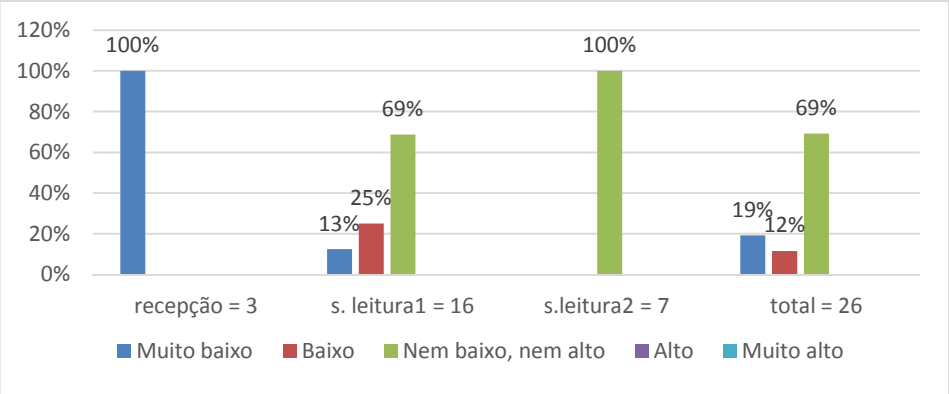
Figura 12 - Nível de percepção quanto à iluminação natural



Fonte: autores.

Na análise geral dos ambientes quanto a avaliação da iluminação natural e artificial, conforme Figura 13, 69% dos usuários declararam ser suficiente, 19% muito baixa e 12% baixa. Na análise por ambientes, na recepção 100% dos usuários declararam muito baixa; na sala de leitura 1, 69% declararam suficiente, 25% baixa e 13% muito baixa; na sala de leitura 2, 100% declararam suficiente.

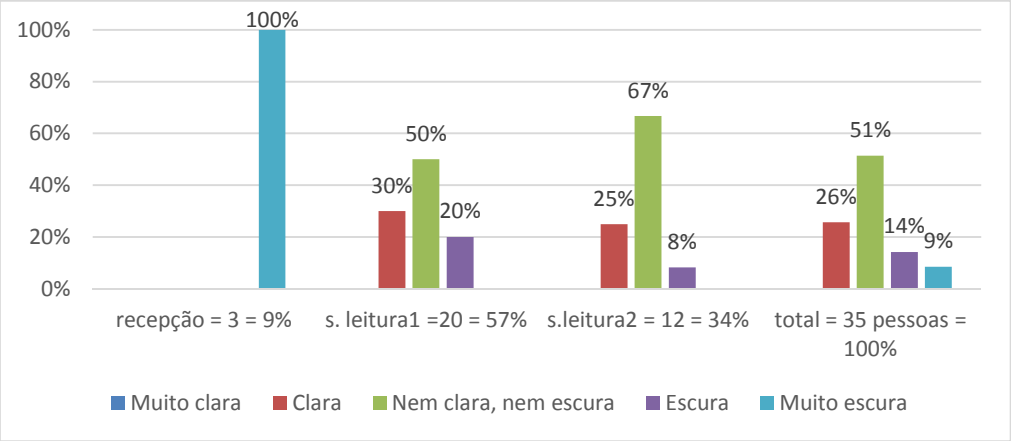
Figura 13 - Nível de avaliação quanto à iluminação do ambiente



Fonte: autores

Na análise geral dos ambientes quanto a percepção da iluminação do ambiente, conforme Figura 14, 51% dos usuários declararam ser nem clara, nem escura, 26% clara, 14% escura e 9% muito escura. Na análise por ambientes, na recepção 100% dos usuários declararam muito escura; na sala de leitura 1, 50% declararam nem clara, nem escura, 30% clara e 20% escura; na sala de leitura 2, 67% declararam nem clara, nem escura, 25% clara e 8% escura.

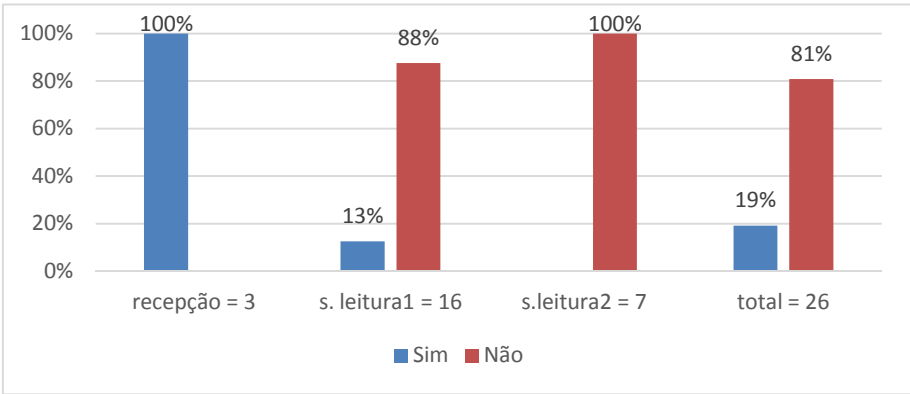
Figura 14 - Nível de percepção quanto à iluminação do ambiente



Fonte: autores.

Na análise geral dos ambientes quanto ao esforço dos olhos para exercer uma atividade no ambiente, conforme Figura 15, 81% dos usuários declararam não forçarem os olhos e 19% declararam a necessidade de forçar os olhos. Na análise por ambientes, na recepção 100% dos usuários declararam a necessidade de forçar os olhos; na sala de leitura 1, 88% declararam não e 13% sim; na sala de leitura 2, 100% dos usuários declararam não sentirem necessidade de forçar os olhos.

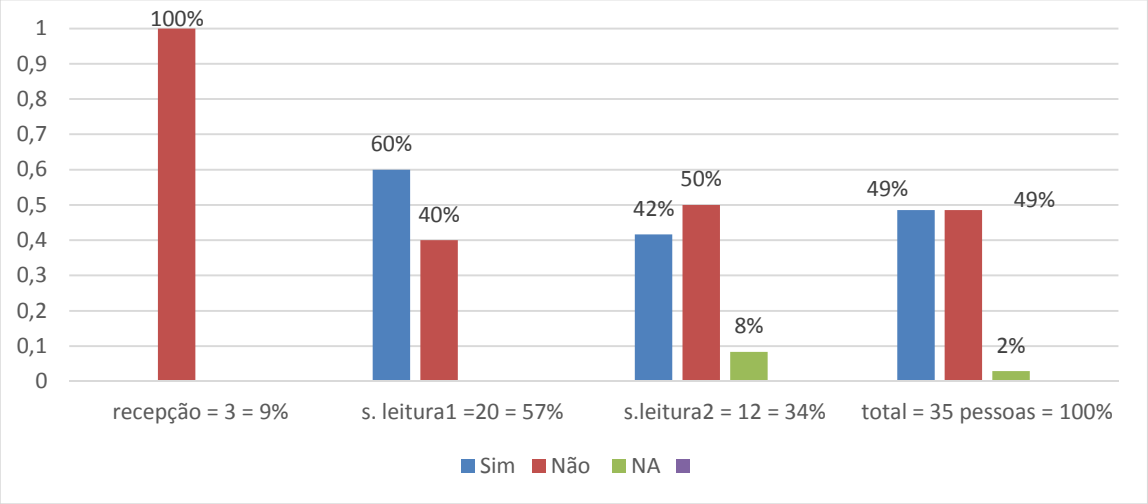
Figura 15 - Nível de esforço ao exercer atividade



Fonte: autores.

Na análise geral dos ambientes quanto a percepção de reflexos no ambiente, conforme Figura 16, 49% dos usuários declararam perceber reflexos, 49% declararam não perceber reflexos e 2% não responderam. Na análise por ambientes, na recepção 100% dos usuários declararam não perceber reflexos; na sala de leitura 1, 60% declararam perceber e 40% não perceberam reflexos; na sala de leitura 2, 50% declararam não perceber reflexos, 42% perceberam e 8% não responderam.

Figura 16 - Percepção de reflexos no ambiente



Fonte: autores.

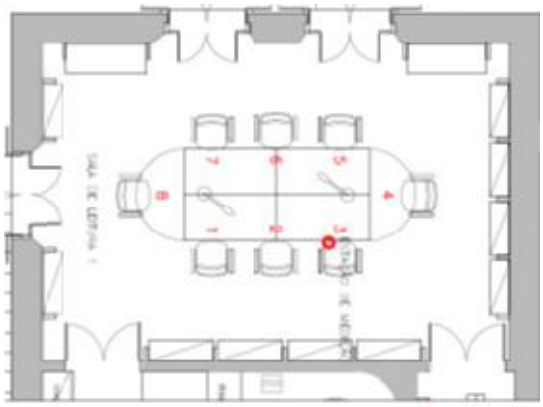
Nas questões abertas quanto à estética, para 89% dos usuários a estética influencia na percepção do conforto. Elementos construtivos (pé direito alto, forro de madeira, janelas), iluminação artificial indireta, mobiliário, cores dos ambientes, disposição das aberturas externas, leiaute criando espaços acolhedores, introspectivos.

Para o questionamento quanto alteração do ambiente, 55% usuários não alterariam e 45% declararam que alterariam. Dos que alterariam algo, 75% apontaram a iluminação artificial, 25% a ventilação e 25% aumentariam a quantidade de mesas de estudo.

4.2.2 Observações Comportamentais

No dia 06 de novembro o tempo estava nublado com períodos de chuva. Durante o período da filmagem, das 10h30 às16h50, observa-se que na Sala de leitura 1, os postos ocupados foram os 01, 05, 07 e 08, conforme Figura 17 . Duas janelas permanecem com as duas folhas abertas durante toda filmagem e uma folha da terceira janela é aberta às 14h31 e conforme Figura 18.

Figura 17 – Postos da mesa de leitura – Sala 1



Fonte: autores.

Figura 18 – Foto da abertura da janela – Sala 1



Fonte: autores.

As luminárias individuais existentes para apoio aos postos de estudos são algumas vezes manipuladas, seja para ligar ou desligar, seja para posicionamento de luz. Conforme Figura 19 a 18.

Figura 19 e Figura 20 - Fotos da sala de leitura 1 – Manipulação de luminária – Posto 1



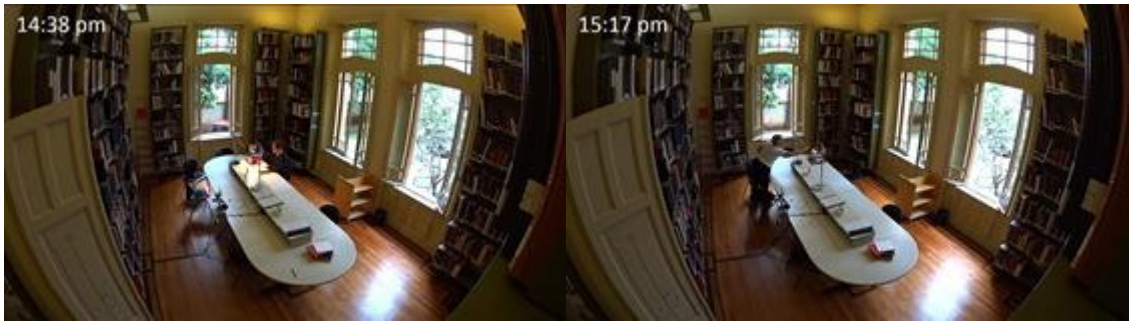
Fonte: autores.

Figura 21 e Figura 22 - Foto da sala de leitura 1 – Manipulação de luminária – Posto 1



Fonte: autores.

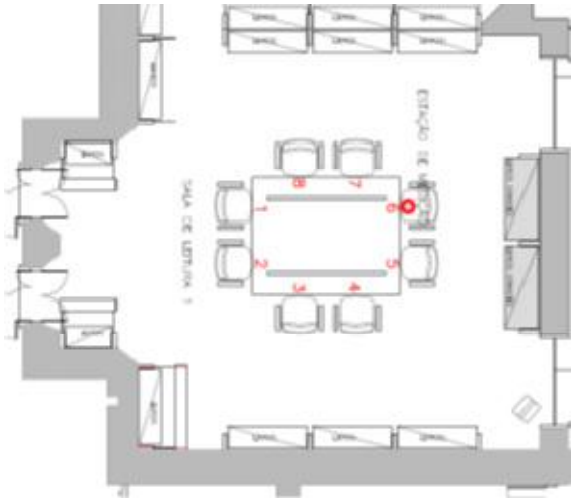
Figura 23 e Figura 24 – Fotos da sala de leitura 1 – Manipulação de luminária – Posto 7



Fonte: autores.

No dia 26 de novembro o tempo estava nublado com períodos de sol. Durante o período da filmagem, das 9h30 às16h30, observa-se que na Sala de leitura 2, todos postos foram ocupados com exceção onde estava posicionado a estação de medição (Figura 25). As janelas permaneceram fechadas até às 13h05 (Figura 26), quando duas folhas de uma janela foram abertas e permaneceram assim até o final do dia.

Figura 25 - Postos da mesa de leitura – Sala 2



Fonte: autores.

Figura 26 – Foto da mesa de leitura – Sala 2



Fonte: autores.

5 CONCLUSÕES

O desempenho Lumínico do conjunto demonstra em medição níveis insatisfatórios, mas usuários não apontam insatisfação. Tal ocorrência vem de encontro à afirmação de KOWALTOWSKI, 1980 que salienta que o estudo da psicologia ambiental entende que o ambiente físico exerce uma série de influências no homem que serão exteriorizadas através do comportamento, das emoções, das percepções e do julgamento que o indivíduo faz acerca do espaço que o envolve. Estes julgamentos aparecem sob a forma de ações que o próprio indivíduo realiza ou da forma como ele se apropria do espaço, demonstrando a sua satisfação, familiaridade, repulsa ou isolamento em relação ao ambiente.

A partir da confrontação dos resultados medidos com os resultados obtidos por meio de entrevistas e filmagens, pode-se afirmar que a sensação de conforto em uma edificação compreende aspectos que vão além daqueles aspectos objetivos, passíveis de medição.

No caso da edificação em questão, a condição lumínica apresentou insuficiência em muitos ambientes, em diversos horários. Ainda assim, segundo resposta dos usuários, o ambiente se manteve confortável, propício à leitura e ao estudo, atividades que exigem boa qualidade de iluminação.

Tal constatação aponta para a necessidade de compreender o alto nível de satisfação do usuário da Biblioteca para além dos aspectos térmicos e lumínicos. A estética e boa arquitetura do ambiente são aspectos citados no questionário de perguntas abertas.

A utilização da filmagem com instrumento de observação é de grande valia, detalhes como a luz natural, o comportamento do usuário, são facilmente identificados, utilizando recursos de pausa, retorno e velocidades.

REFERÊNCIAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Tecnicas. **ABNT NBR 015215-4** – Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição. Novembro, 2005

_____. **NBR ISO/CIE 8995-1:** Iluminação de ambientes de trabalho. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

CANO, Debora Staub; SAMPAIO, Izabela Tissot Antunes. **O Método de Observação na Psicologia: Considerações sobre a Produção Científica. Interação em Psicologia**, Curitiba, jul./dez. 2007, (11)2, p. 199-210. Disponível em:http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs/index.php/psicologia/article/viewFile/6849/8141>. Acesso em: 20 dez. 2015.

FONSECA, Ingrid e PORTO, Maria Maia. **A luz que transcende o visível, a visão e suas dimensões subjetivas**. - XIII Encontro Nacional e IX Encontro Latino-americano de Conforto no Ambiente Construído, Caminas SP, 2015.

HAWKES, Dean; McDONALD, Jane; STEEMERS, Koen. The seletive enviroment – An approach to environmentally responsive architecture. Londres: Spon Press, 2002.
KOWALTOWSKI, D.C.C.K., **Humanization in Architecture: Analysis of Themes Through High School Building Problems**. Berkeley, University of California, 1980. Tese.
MILLET, M. S**. Light Revealing Architecture**. Disponível em: <http://www.arq.ufsc.br/~labcon/arq5656/livro>, 1996.

PINHEIRO, José de Queiroz; GÜNTHER, Hartmut (organizadores). **Métodos de pesquisa nos estudos pessoa-ambiente. São Paulo: Casa do Psicólogo**, 2008.

VIANNA, N.S.; GONCALVES, J.C.S. (2001). **Iluminação e arquitetura**. Sao Paulo: Virtus; Universidade do Grande ABC.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PROJETO INTEGRADO APLICADO A PROJETOS DE REABILITAÇÃO[1]

OLIVEIRA, Ana Beatriz F. (1); MANZIN, Tamine (2); GIACAGLIA, Marcelo E. (3); OLIVEIRA, Claudia T. A. (4); MELHADO, Silvio B. (5)

(1) USP, e-mail: anabeatrizfig@usp.br; (2) USP, e-mail: tm.tamine@yahoo.com.br; (3) USP, e-mail: mgiacagl@usp.br; (4) USP, e-mail: ctao@usp.br; (5) USP, e-mail: silvio.melhado@usp.br

RESUMO

O objetivo deste trabalho é analisar o processo de produção dos empreendimentos de reabilitação sob a ótica do Projeto Integrado. A partir do trabalho colaborativo e da participação precoce de todos agentes envolvidos, esse método visa à eficiência e qualidade do processo e do edifício. Foram realizadas entrevistas com dois profissionais do setor de reabilitação e também se estudou o processo de produção de uma edificação reabilitada em São Paulo. Argumenta-se que a adoção de medidas que visam eliminar a linearidade da execução das etapas de produção pode aperfeiçoar o processo, principalmente nos projetos de reabilitação, devido às suas particularidades em relação aos projetos novos.

Palavras-chave: Reabilitação de edificações. Projeto Integrado. Processo de produção.

ABSTRACT

The aim of this paper is to analyze the production process of building rehabilitation from an Integrated Project method view. This method uses the collaborative work and early participation of all team members to improve efficiency and quality of the process and the building. Interviews were conducted with two professionals that work with rehabilitation and also the assessment of the production process of a rehabilitated building in São Paulo. It is argued that the adoption of measures aimed at eliminating the linearity of production phases optimizes the process especially in cases of rehabilitation, due to their particularities in relation to new projects.

***Keywords**: Building rehabilitation. Integrated Project. Production process.*

1 INTRODUÇÃO

A reabilitação de edifícios é um mercado crescente no Brasil, principalmente nos grandes centros urbanos. O Município de São Paulo possui mais de dois milhões de metros quadrados de imóveis não utilizados, subutilizados ou terrenos não edificados, de acordo com um levantamento recente da sua Prefeitura (PEREIRA, 2016).

A Prefeitura do Município de São Paulo publicou em 30 de março de 2016

[1] OLIVEIRA, Ana Beatriz F.; *et al*.. Projeto Integrado aplicado aos projetos de reabilitação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

um decreto que define o Projeto de Intervenção Urbana (PIU) previsto no seu Plano Diretor, aprovado em 2014. Dentre as medidas do PIU está a desapropriação de imóveis, terrenos ociosos ou subutilizados visando à construção de moradias, áreas comerciais ou equipamentos públicos, mediante pagamento de indenização aos proprietários desses imóveis (SÃO PAULO, 2016).

Esses novos instrumentos – legal e urbanístico – de gestão pública têm o potencial de fomentar o setor de recuperação e reabilitação de imóveis, com intervenções implantadas pela Prefeitura ou por parceiros privados. Diante desse cenário, cabe uma reflexão sobre o processo de reabilitação, identificando os principais desafios enfrentados nesses empreendimentos.

Portanto, este trabalho tem como objetivo analisar o processo de produção dos empreendimentos de reabilitação, sob o ponto de vista do Projeto Integrado.

2 REABILITAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Reabilitação pode ser vista tanto do ponto de vista do edifício, como de uma maneira mais ampla, como uma reestruturação urbana da região onde o edifício está inserido.

No nível do edifício, Appleton (2003) define reabilitação como,

> o conjunto de operações destinadas a aumentar os níveis de qualidade do edifício, por forma a atingir a conformidade com níveis de exigências funcionais mais severos do que aqueles para os quais o edifício foi concebido.

No nível urbanístico, o Projeto Reabilita (2007), em seu relatório sobre reabilitação voltada para Habitação de Interesse Social (HIS), define reabilitação como,

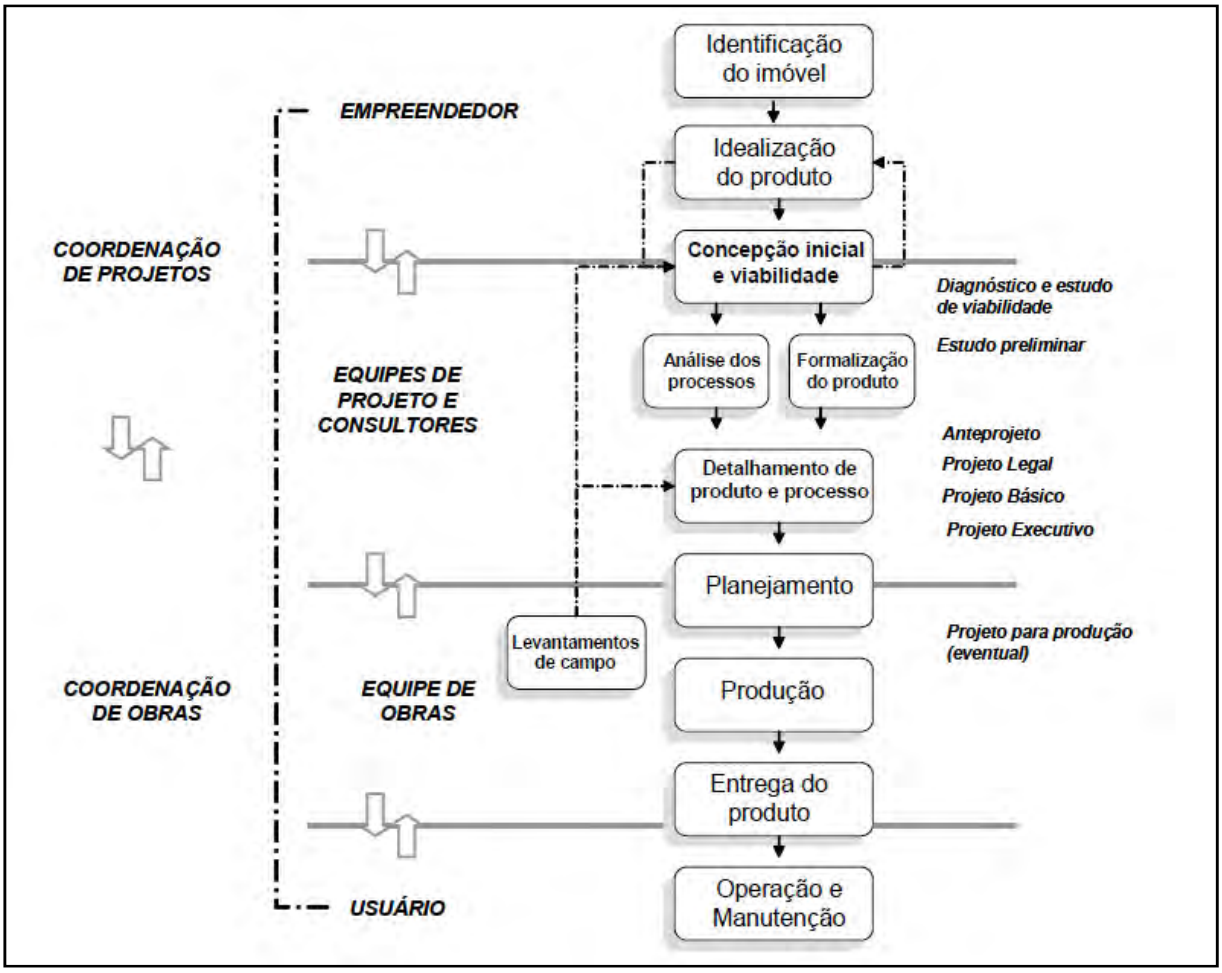
> um processo pelo qual o imóvel ou o bem urbanístico pode ser recuperado de maneira a contribuir não só para os moradores e proprietários do imóvel, como também em uma escala mais ampla, como um processo a interferir em toda uma área urbana.

Para as intervenções em edificações, Croitor (2008) define quatro grupos em potencial: edificações antigas e degradadas; edificações inacabadas e abandonadas; edificações com sistemas prediais ineficientes; e edificações cujo uso possa ser modificado.

O processo de projeto de reabilitação possui características próprias e se diferencia de um projeto novo. Croitor (2008) analisa essas particularidades e propõe diretrizes para o gerenciamento, identificando as limitações das práticas convencionais nesses empreendimentos. Segundo esse autor, ao se trabalhar com uma edificação já construída, a interface entre projeto e obra se torna a etapa mais crítica do processo.

A Figura 1 é uma proposta de processo de produção de reabilitação desenvolvida pelo autor.

Figura 1 - Processo de desenvolvimento do projeto de reabilitação



Fonte: Croitor (2008)

Os projetistas que trabalham com a reabilitação devem considerar as limitações físicas impostas pelo partido arquitetônico da edificação original. Não raramente surgem problemas e necessidades de intervenções não encontradas durante o levantamento inicial.

3 PROJETO INTEGRADO

No desenvolvimento de uma edificação é necessário relacionar diversas atividades, em vários níveis de amadurecimento, envolvendo profissionais de diferentes especialidades (MELHADO, 2001).

Fabrício (2002) identifica problemas e dificuldades da execução linear das etapas de projeto. Em cada nova atividade, acrescentam-se informações e os desenhos existentes são atualizados com maiores detalhes. Como consequência, o produto final torna-se fragmentado e vulnerável às incompatibilidades.

Vários autores, associações e grupos de pesquisa (FABRÍCIO, 2002; EL ASMAR; HANNA; LOH, 2015; AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007; EASTMAN; *et al.*, 2011) têm voltado à atenção na integração do projeto. Recentemente o método denominado Projeto Integrado, ou em inglês *Integrated Project*

Delivery (IPD), tem se destacado nas pesquisas relacionadas ao aperfeiçoamento do processo de projeto.

O *American Institute of Architects* (2007) define Projeto Integrado como um método de trabalho colaborativo que visa integrar pessoas, sistemas e estruturas empresariais com o intuito de aumentar a eficiência do projeto, execução e operação; e melhorar a qualidade final da edificação.

Essa integração se faz precocemente e em todas as fases do processo, envolvendo todos os profissionais da cadeia da construção civil nas definições do projeto. Mesmo em níveis iniciais e pouco amadurecidos, as diferentes áreas da construção são previstas e pré-concebidas. Posteriormente, a etapa de detalhamento se torna mais eficiente, evitando problemas de incompatibilidade e omissões (AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS, 2007).

O trabalho integrado e colaborativo está apoiado na relação contratual denominada relacional, que não se baseia na troca de bens e serviços, mas sim em regras de cooperação entre as partes. Os riscos e benefícios alcançados ao longo do processo são de responsabilidade de toda equipe, o que incentiva a cooperação entre os agentes e a busca por soluções inovadoras voltadas a atender da melhor maneira os objetivos do cliente em relação ao custo, prazo e qualidade final (MATTHEWS; HOWELL, 2005).

Para que o conceito de Projeto Integrado possa ser aplicado na construção civil é necessário atualizar os processos de trabalho. Nesse sentido, o *American Institute of Architects* (2007) defende que a utilização do BIM é uma condição essencial para a eficiência desse processo, dada a necessidade de integrar em um único modelo computacional diversas informações de projeto, fabricação, execução e gerenciamento da construção.

4 MÉTODO DE PESQUISA

Dois profissionais, que atuam no Município de São Paulo, foram entrevistados com o objetivo de definir os processos de produção dos empreendimentos de reabilitação. Um deles é sócio de uma incorporadora que trabalha exclusivamente com reabilitação e o outro é um engenheiro que trabalhou em uma construtora de reabilitação e atualmente exerce consultoria em diferentes construtoras/incorporadoras desse setor.

Por meio das entrevistas, foi possível detectar dois tipos de processos de produção, identificados como Processo 1 e Processo 2. Esses métodos de trabalho estão detalhados no capítulo 5 deste artigo.

Posteriormente, foi realizado um estudo de caso de um empreendimento de reabilitação, situado na região central do Município de São Paulo. Os dados sobre o processo de produção do Condomínio Laura Cristina foram obtidos durante a entrevista com o sócio da incorporadora, que foi responsável pelo empreendimento, e por meio de uma visita com acompanhamento da síndica do condomínio.

Por fim, foi realizada uma comparação entre os Processos 1, 2 e uma proposta segundo o método do Projeto Integrado. Essa comparação considerou as etapas do processo, os agentes participantes, os tipos de contratos firmados e em quais momentos foram tomadas as decisões de projeto e execução.

5 PROCESSOS DE PRODUÇÃO

Os empreendimentos de reabilitação estudados seguem algumas etapas comuns de produção: identificação do imóvel; levantamento de campo básico; definição do produto e estudo de viabilidade; aquisição do imóvel; levantamento de campo detalhado; detalhamento do produto e do processo (anteprojeto, projeto básico, projeto executivo); execução da obra; e entrega da edificação.

Dentre os agentes que participam da produção do empreendimento, foram citados: cliente, responsável pela demanda da reabilitação; incorporadora, responsável pela execução do empreendimento por meio da contratação de diferentes profissionais/construtoras; construtora, responsável pela execução da obra; e setor de projetos, responsável pelo detalhamento do produto e processo.

Os empreendimentos do Processo 1 são executados, tanto por construtoras quanto por incorporadoras, a partir da demanda de um cliente ou por iniciativa própria (Figura 2).

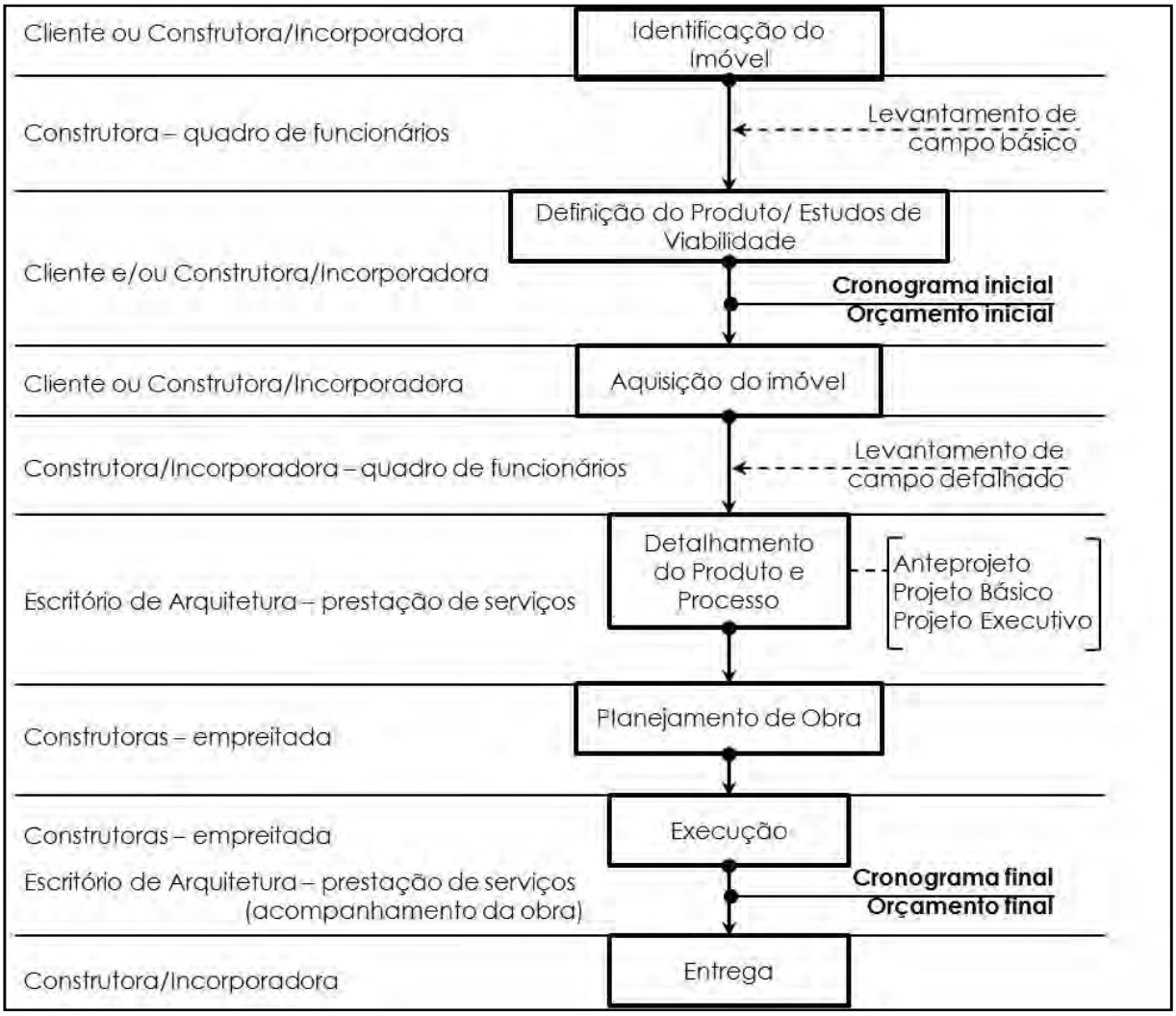
Essas construtoras/incorporadoras possuem, em seu quadro de funcionários, no mínimo: um arquiteto ou engenheiro, responsável por coordenar os projetos em execução; e um setor administrativo e jurídico, responsável pela documentação dos imóveis, venda das unidades e contratos relativos à obra.

O Processo 2 representa a produção de construtoras, contratadas por um cliente para a reabilitação de uma edificação (Figura 3). Essas construtoras possuem, no mínimo: um setor de projetos; um coordenador de projetos; um setor de planejamento e orçamento; um setor administrativo e jurídico; e profissionais responsáveis pela execução da obra.

No Processo 1, a identificação do imóvel pode ser feita pela própria construtora/incorporadora, ou por clientes interessados nesse tipo de empreendimento. No Processo 2, essa identificação é feita somente por clientes, que podem ser investidores ou incorporadoras.

Após a identificação, a construtora/incorporadora, em ambos os processos, realiza um levantamento básico para determinar a área total da edificação, número de unidades, tipos de usos e estado de conservação do imóvel. A escolha do imóvel que será reabilitado não garante a execução do empreendimento, ou seja, a compra efetiva do imóvel somente é realizada quando a execução se mostra viável.

Figura 2 - Esquema do Processo 1



Fonte: Os autores

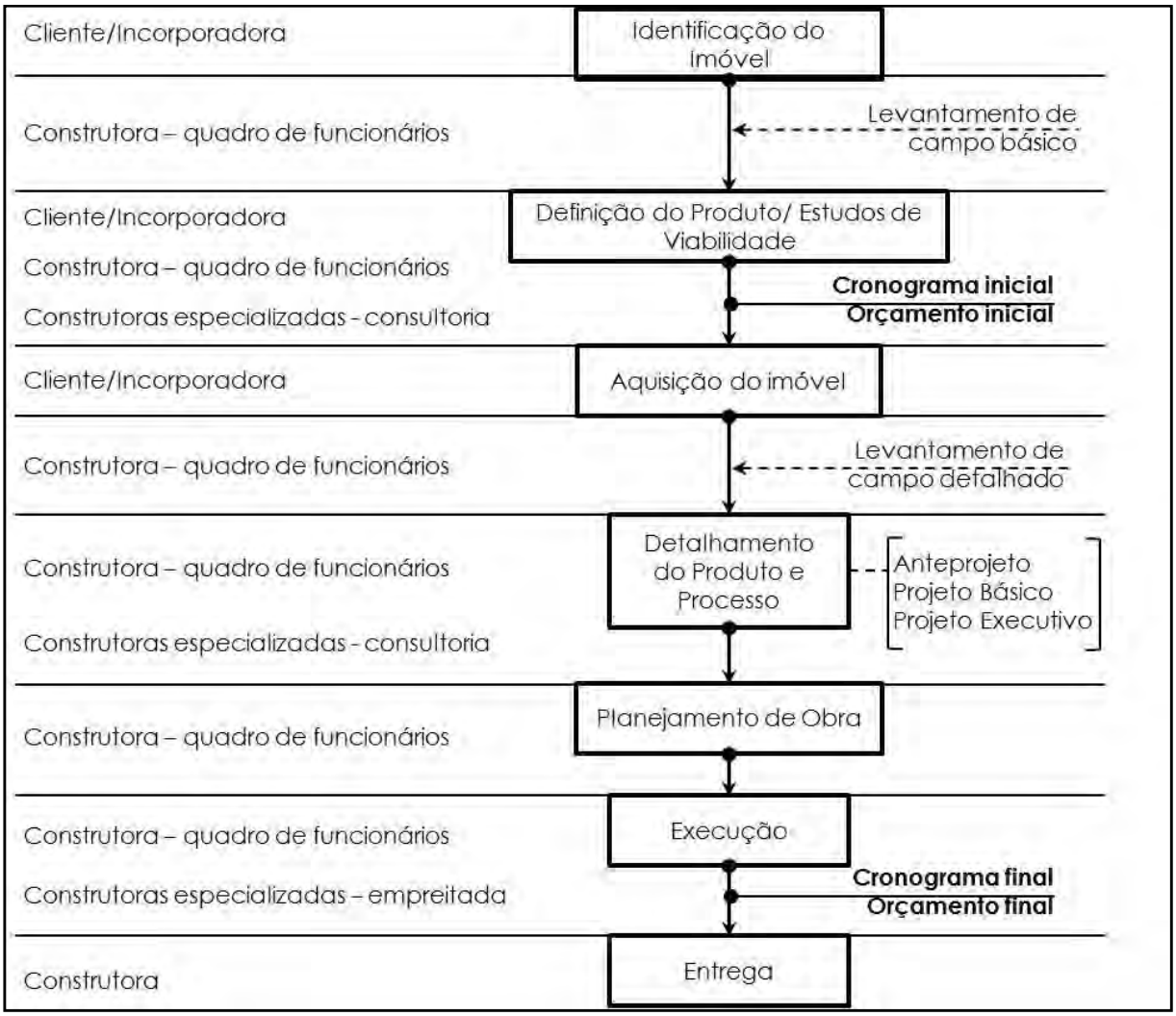
Na etapa de definição do produto e estudo de viabilidade, existe uma diferença de abordagem entre os dois processos relatados. No Processo 1, essa definição é realizada entre o cliente e os sócios da construtora/incorporadora, ou somente entre os sócios quando a aquisição do imóvel é feita pela própria construtora/incorporadora. Esses mesmos agentes desenvolvem o programa de necessidades que irá nortear o projeto arquitetônico.

No Processo 2, a etapa de definição do produto e estudo de viabilidade reúne diferentes agentes, dentre eles: setor de projetos da própria construtora; construtoras subcontratadas, como de instalações prediais; e cliente. Cada profissional inclui diretrizes de projeto relativas à sua área de atuação e o cliente determina o capital disponível para o empreendimento.

A viabilidade do empreendimento é avaliada de acordo com: tipo de uso proposto pelo cliente juntamente com o setor de projetos da construtora; nível de intervenção necessário para a reabilitação do edifício, definido a partir das demandas especificadas por cada profissional; e orçamento

desenvolvido pela construtora, tendo como base o capital disponível do cliente.

Figura 3 - Esquema do Processo 2



Fonte: Os autores

De acordo com os entrevistados, a viabilidade de um empreendimento de reabilitação se dá por diferentes motivos. Existe a redução no tempo e custo da obra, devido à diminuição das atividades que exigem grande quantidade de material, mão de obra e equipamentos pesados, pois a tanto a fundação quanto a estrutura do edifício estão prontas.

Outro motivo está relacionado ao potencial construtivo do terreno onde a edificação está inserida. Os empreendimentos relatados pelos entrevistados foram realizados em edificações concebidas de acordo com as legislações vigentes na época da aprovação, ou seja, podem manter sua estrutura original, mesmo que em desacordo com as legislações urbanísticas atuais.

Essas edificações possuem, em sua maioria, área construída superior e afastamentos inferiores aos permitidos pela legislação atual. Um projeto novo em um terreno com as mesmas características não conseguiria atingir o

mesmo coeficiente de aproveitamento.

A etapa de levantamento de campo detalhado acontece posteriormente à aprovação da viabilidade do empreendimento e aquisição do imóvel, tendo como base as plantas de aprovação original do edifício, ou as plantas das modificações executadas posteriormente. Para essa atividade são realizadas conferências da geometria dos ambientes, levantamento do sistema estrutural e dos locais de passagem das instalações prediais originais. Para investigar possíveis estruturas embutidas na alvenaria, são realizadas pequenas intervenções na edificação, com a abertura de trechos das paredes.

No Processo 1, esse levantamento é realizado por dois profissionais da área de projeto, podendo ser arquitetos ou engenheiros, com a utilização de equipamentos básicos para levantamento da geometria.

No Processo 2, esse levantamento é dividido entre os subsistemas da edificação. Um profissional fica responsável pelo levantamento da estrutura, outro pelos sistemas elétrico e hidráulico e dois profissionais pelo levantamento geométrico geral. Nesse processo são utilizados além dos equipamentos básicos para levantamento da geometria, scanner de detecção de materiais embutidos nas paredes, reduzindo a interferência na edificação.

A etapa de elaboração do projeto arquitetônico e demais sistemas é terceirizado no Processo 1. A construtora/incorporadora contrata um escritório de arquitetura que possui experiência prévia em projetos de reabilitação e encaminha o levantamento detalhado juntamente com o programa de necessidades previamente definido.

No Processo 2, o setor de projeto da própria construtora fica encarregado de desenvolver e detalhar os projetos. Nesse caso, os profissionais estão familiarizados com as demandas e com o imóvel, já que participaram da definição do produto e estudo de viabilidade em etapa anterior.

Em relação à execução das obras pelo Processo 1, quando o empreendimento é administrado por uma incorporadora, ela contrata diferentes construtoras especializadas em cada subsistema do edifício, como, alvenaria; acabamento; instalações elétricas e hidráulicas; e restauração de elementos originais.

Quando o empreendimento é administrado por uma construtora, tanto no Processo 1, quanto no 2, essa construtora fica encarregada pelos serviços gerais como alvenaria, acabamentos, instalações elétricas e hidráulicas e subcontrata alguns serviços específicos, como restauração e instalação de ar condicionado.

De acordo com ambos os entrevistados, a etapa da obra é a que demanda maiores modificações nos projetos. Muitos elementos embutidos nas alvenarias somente são descobertos durante a execução, devido à ausência de projetos originais detalhados. Dentre esses elementos, os sistemas estruturais são os que mais interferem, pois em muitos edifícios o

posicionamento das estruturas, ou seja, vigas e pilares, não se repetem em todos os pavimentos.

Mesmo em casos em que houve um levantamento mais detalhado, como acontece no Processo 2, foram encontrados imprevistos durante a obra. O procedimento nesses casos é o mesmo, ou seja, é feita uma requisição de modificação no projeto para o escritório contratado ou o setor de projeto da construtora. No entanto, o retorno dessas modificações acontece mais rápido no caso do Processo 2, pois a área de projeto é da própria construtora, o que facilita a comunicação entre os setores.

Uma das incorporadoras analisadas, que trabalha com o Processo 1, possui uma particularidade na etapa de execução. Com o início de um empreendimento, os funcionários passam a trabalhar dentro da obra, em um dos futuros apartamentos. Para viabilizar esse tipo de trabalho, a empresa mantém um escritório central, onde ficam arquivados os documentos dos demais empreendimentos e cria um escritório dentro do imóvel, somente com os equipamentos e documentos necessários para a obra em questão.

6 ESTUDO DE CASO: CONDOMÍNIO LAURA CRISTINA

Antes do processo de reabilitação, o edifício apresentava-se em estado de deterioração, com pichações na fachada, esquadrias de madeira em péssimo estado, instalações elétricas aquém do necessário para as necessidades atuais e ausência de projeto e equipamentos de proteção contra incêndio (Figura 4 e 5).

O nível de intervenção na edificação foi baixo, pois seu uso original foi mantido, o que permitiu a manutenção de grande parte da alvenaria interna e da fachada. As intervenções realizadas nesse empreendimento foram: novas instalações elétricas, de dados, hidráulicas e de gás; abertura da parede da cozinha dos apartamentos com instalação de bancada; criação de novos banheiros a partir da divisão do original; e criação de área de lazer na cobertura.

Dentre os elementos originais, foram restaurados: as venezianas em madeira das janelas (Figura 6); os lustres da portaria (Figura 7); o piso do hall de entrada e do hall dos pavimentos em granilite; o piso dos apartamentos em tacos de madeira; a porta de entrada dos apartamentos; as portas e a cabine dos elevadores; o mármore da fachada no térreo; e o portão de entrada.

Esse empreendimento foi executado pelo Processo 1, tendo como participantes a incorporadora, responsável pela aquisição do imóvel e contratação dos demais agentes; um escritório de arquitetura contratado para o desenvolvimento desse projeto; e diferentes construtoras especializadas responsáveis pela execução (Figura 8).

Durante o processo, houve alguns acontecimentos não previstos durante a etapa de definição do produto e estudo de viabilidade. Esses fatos impactaram tanto no cronograma quanto no orçamento inicialmente

desenvolvido pela incorporadora.

Figura 4 - Edifício antes da reabilitação



Fonte: Staszewski (2010)

Figura 5 - Edifício após a reabilitação



Fonte: Staszewski (2011)

Figura 6 - Veneziana restaurada



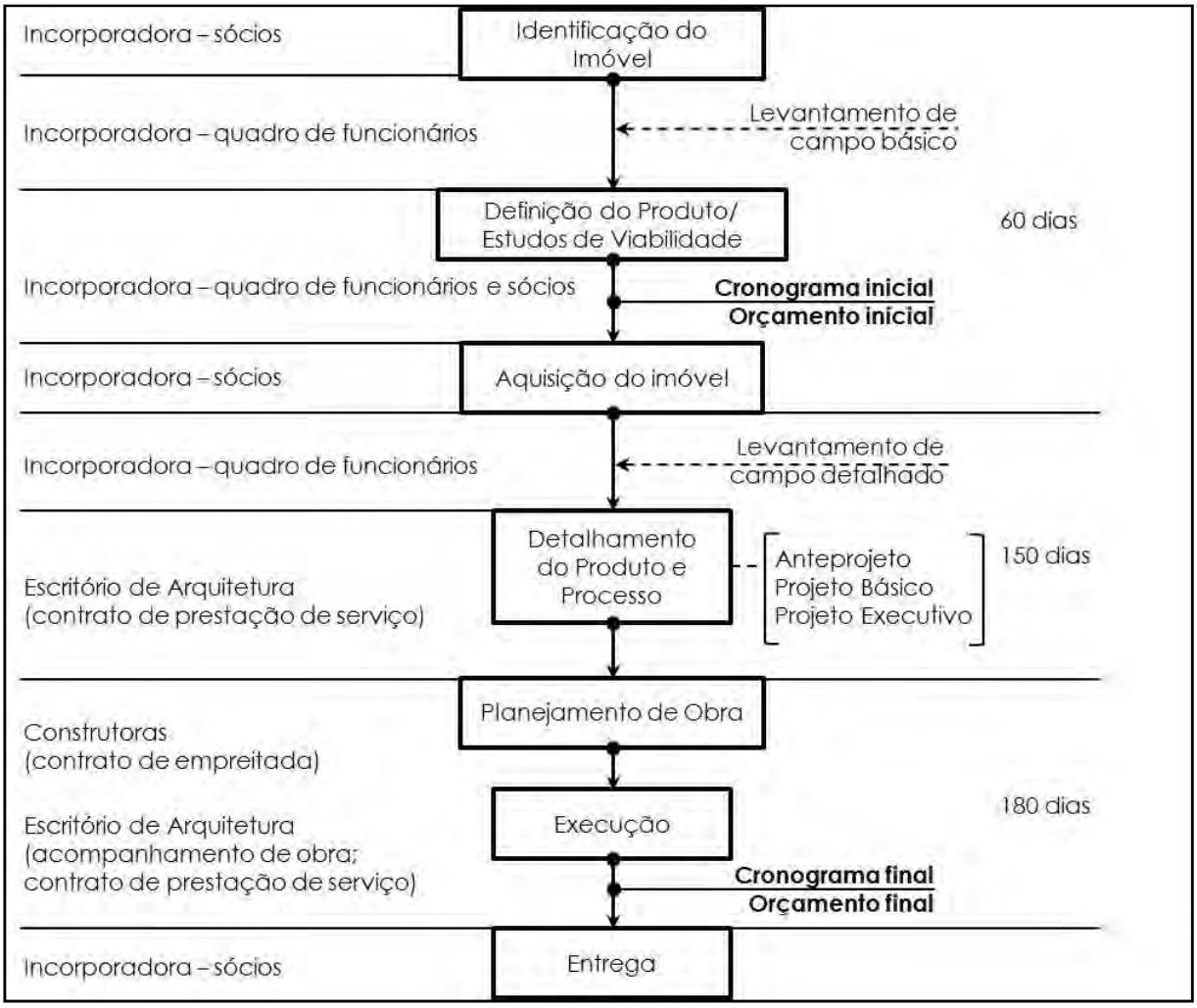
Fonte: Ana Beatriz F. Oliveira (2015)

Figura 7 - Lustre restaurado



Fonte: Ana Beatriz F. Oliveira (2015)

Figura 8 - Processo de produção do Condomínio Laura Cristina



Fonte: Os autores

Na etapa de detalhamento do produto e processo, o escritório de arquitetura precisou refazer o projeto até a etapa de sua aprovação. A ideia inicial previa aumentar o número de unidades habitacionais, subdividindo a área dos apartamentos existentes. No entanto, essa proposta não foi aprovada pela Prefeitura e foi necessário refazer o projeto mantendo o número de unidades habitacionais original, o que resultou em um aumento de 60 dias no cronograma.

Os demais problemas ocorreram durante a obra e tiveram um impacto no custo final. No piso do térreo foi descoberto o afloramento de água subterrânea, com um sistema de captação dessa água e impermeabilização do piso já em estado de degradação. Para sanar esse problema foi necessário refazer a tubulação, o sistema de bombas e a impermeabilização do piso do térreo.

Outro imprevisto durante a execução está relacionado às venezianas em madeira das janelas. Como é um serviço muito especializado, foi necessário contratar uma empresa de outro Estado para restaurar a madeira. A escolha pela manutenção das venezianas originais foi da incorporadora, pois a

fachada do edifício não é tombada. No entanto, em poucos anos de uso, alguns moradores trocaram as venezianas restauradas por modelos em PVC, alegando que as originais não atendiam às suas necessidades, pois eram pesadas e não vedavam totalmente a luz externa.

O processo de restauro resultou em um custo duas vezes maior do que a instalação de novas venezianas em PVC. Durante a etapa de definição do produto, não foram consideradas questões de desempenho das venezianas originais perante os requisitos dos usuários, nem de execução, como o custo da restauração e as empresas que disponibilizam esse tipo de serviço.

Em relação ao custo final do empreendimento, o sócio da incorporadora relatou um aumento de 15% em relação ao orçamento inicial. Segundo ele, a incorporadora mantém uma previsão de aumento de 10 a 15% no estudo de viabilidade para cobrir eventuais modificações ou imprevistos durante a produção do empreendimento.

7 DISCUSSÃO

A partir da comparação entre os Processos 1, 2 e a proposta segundo o método do Projeto Integrado (Figura 9) observou-se que o Processo 1 é o que mais se aproxima da execução linear das etapas de projeto.

Existem dois tipos de cliente possíveis no Processo 1: investidor/incorporadora ou a própria construtora. A participação dos agentes acontece somente nas etapas de sua responsabilidade e as decisões de como o projeto será executado e quais empresas/profissionais irão executá-lo são feitas ao final do processo.

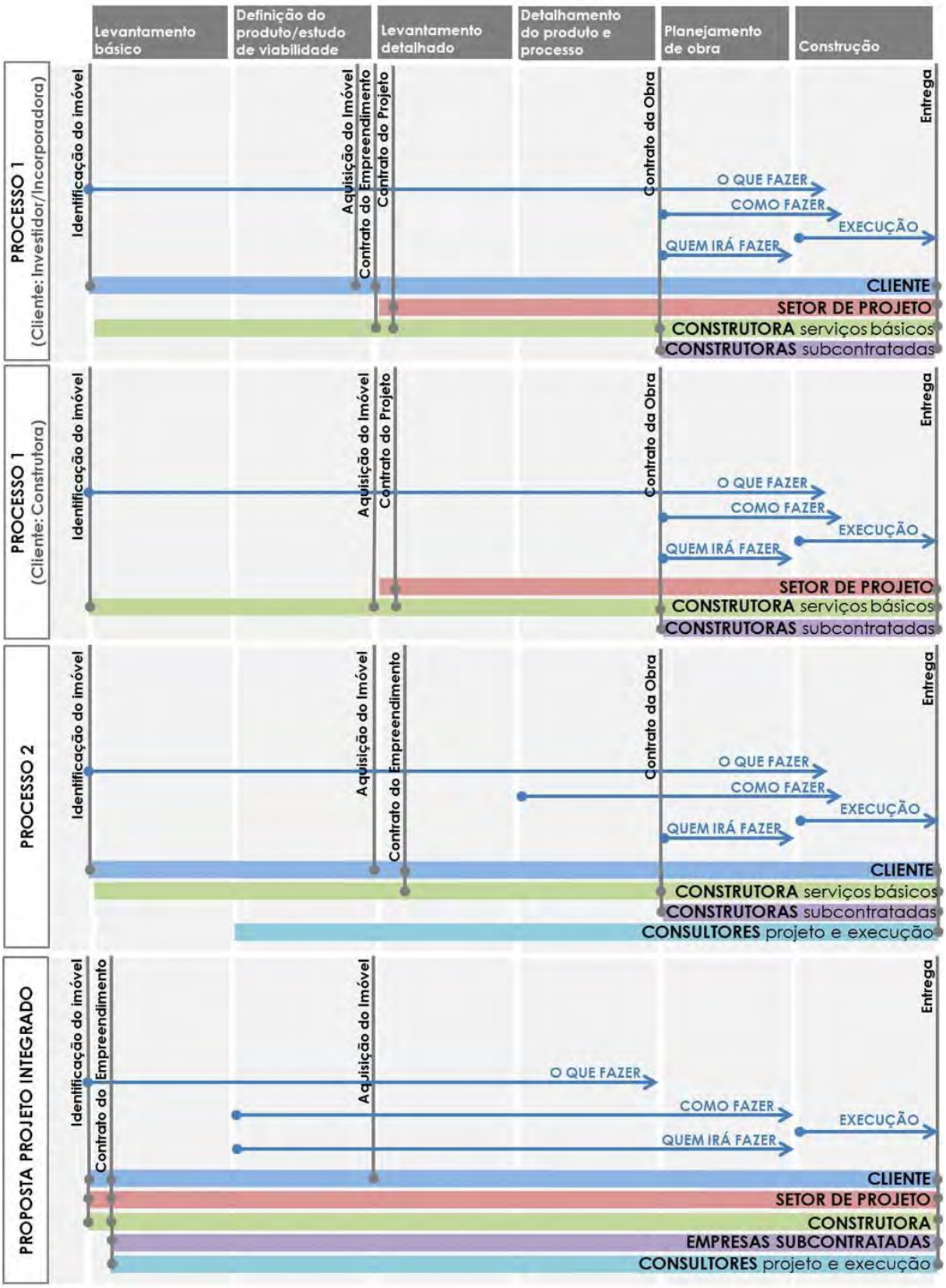
Essa linearidade é um pouco menor no Processo 2, pois existe uma aproximação dos agentes de projeto e de execução na etapa de definição do produto e estudo de viabilidade. No entanto, a participação dos profissionais acontece como uma consultoria, ou seja, não existe garantia de que essas empresas serão realmente contratadas para determinado empreendimento.

Nos Processos 1 e 2, existem diferentes contratos firmados entre os agentes do processo. Inicialmente, a construtora e o cliente firmam o contrato do empreendimento, que determina a edificação final a ser entregue a partir do imóvel adquirido pelo cliente.

No Processo 1, existe ainda um contrato para o desenvolvimento do projeto a partir da definição do produto estabelecida entre a construtora e o cliente. Como o setor de projetos no Processo 2 pertence à própria construtora, esse tipo de contrato não existe e a atividade do projeto está vinculada ao contrato do empreendimento.

Posteriormente, tanto no Processo 1 quanto no 2, a construtora estabelece o contrato da obra juntamente com as construtoras subcontratadas para realizar os serviços especializados.

Figura 9 - Comparação entre Processo1, Processo 2 e Projeto Integrado



Fonte: Adaptado de *American Institute of Architects* (2014)

Na proposta do Projeto Integrado, uma equipe de trabalho comprometida com o empreendimento, a partir de um contrato único e firmado desde o

início de sua concepção, trabalhariam colaborativamente na busca por melhores soluções projetuais. Para as etapas de planejamento e construção, as características do empreendimento – o que fazer – já estariam definidas. A participação precoce dos diferentes agentes anteciparia as decisões sobre como fazer e a escolha das empresas/profissionais para a execução do projeto.

8 CONCLUSÃO

A inserção do Projeto Integrado pode trazer muitos benefícios para a eficiência e qualidade do empreendimento. No projeto de reabilitação, a abordagem linear, comumente adotada nas novas construções, é claramente inadequada, visto que é necessário considerar diversas questões da edificação original e de execução para a concepção do projeto.

Com o Projeto Integrado, a participação precoce de todos os agentes no processo de produção faria parte do método de trabalho e teria suporte no contrato firmado entre o cliente, setor de projeto, construtora e demais empresas subcontratadas. A integração facilitaria também, a troca de informações e atualizações de projeto decorrente das modificações necessárias durante a obra.

No entanto, uma alteração no método de trabalho requer estudos sobre sua viabilidade. Existe a necessidade de capacitar os profissionais envolvidos no processo e as empresas subcontratadas para os serviços complementares. Dependendo das empresas, dos agentes envolvidos e do tipo de projeto, um novo sistema de trabalho pode comprometer a eficiência do processo, caso a mudança não seja previamente planejada.

REFERÊNCIAS

AMERICAN INSTITUTE OF ARCHITECTS. **Integrated Project Delivery**: A Guide. AIA, 2007.

_____. **Integrated Project Delivery** – An updated working definition. AIA, 2014.

APPLETON, João. **Reabilitação de edifícios antigos**: patologias e tecnologias de intervenção. Amadora: Orion, 2003.

CROITOR, Eduardo Pessoa Nocetti. **A gestão de projetos aplicada à reabilitação de edifícios:** estudo da interface entre projeto e obra. 2008. Dissertação (Mestrado Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

EASTMAN, Chuck; *et al*. **BIM Handbook**: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designer, Engineers and Contractors. 2. ed. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc., 2011.

EL ASMAR, Mounir; HANNA, Awad S.; LOH, Wei-Yin. Evaluating Integrated Project Delivery Using the Project Quarterback Rating. **Journal of Construction Engineering and Management**, jun. 2015.

FABRICIO, Márcio Minto. **Projeto simultâneo na construção de edifícios**. 2002. Tese

(Doutorado Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2002.

MELHADO, Silvio Burrattino. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado à qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. Tese (Livre-Docência Engenharia Civil) Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2001.

MATTHEWS, Owen; HOWELL, Gregory A. Integrated Project Delivery an Example of Relational Contracting. **Lean Construction Journal**, v. 2, n. 1, abr. 2005.

PEREIRA, Pablo. Cidade de São Paulo tem 2 milhões de m² de imóveis sem uso. **O Estado de S. Paulo**, São Paulo, 22 mar. 2016. Disponível em <http://sao-paulo.estadao.com.br/noticias/geral,cidade-de-sao-paulo-tem-2-milhoes-de-m2-de-imoveis-sem-uso,10000022553>. Acesso em: 30 mar 2016.

PROJETO REABILITA. **Diretrizes para reabilitação de edifícios para HIS**: as experiências em São Paulo, Rio de Janeiro e Salvador. São Paulo, 2007. Programa HABITARE. Disponível em: <http://reabilita.pcc.usp.br/RELATORIO_FINAL-REABILITA.pdf>. Acesso em: 01 ago 2015.

SÃO PAULO (Município). Decreto nº 56.901, de 29 de março de 2016. **Diário Oficial [da] Cidade de São Paulo**, São Paulo, SP, 30 mar. 2016. Ano 61, Número 58.

STASZEWSKI, Henrique. **Condomínio Laura Cristina antes da reforma**. 2010. Fotografia.

_____. **Condomínio Laura Cristina depois da reforma**. 2011. Fotografia.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CONTRIBUIÇÕES DA TECNOLOGIA BIM PARA O PLANEJAMENTO DE UM EMPREENDIMENTO PÚBLICO[1]

OLIVEIRA, Edson de Jesus (1); SANTANA, Júlio César (2); SANTOS, Débora de Gois (3)

(1) UFS, e-mail: Edson.jesus12@hotmail.com; (2) UFS, e-mail: juliosantana14@gmail.com; (3) UFS, e-mail: deboragois@yahoo.com.br

RESUMO

O presente artigo objetiva investigar as contribuições da tecnologia BIM no levantamento quantitativo e no planejamento de obra para um empreendimento público. O nível do estudo apresentado é trabalho final de curso. Como método de trabalho foi adotado o estudo de caso de um empreendimento público de ensino, considerando os projetos arquitetônico e estrutural. Além da modelagem do projeto em 3D, foram consultados documentos e elaboradas planilhas eletrônicas para a comparação do levantamento quantitativo e realizadas entrevistas semi estruturadas com os projetistas envolvidos no processo de elaboração do projeto. Como resultados, observa-se que o processo projetual em 2D apresentou diversas falhas, por alterações nos projetos e indefinições dos clientes. Os levantamentos quantitativos pelo método convencional e utilizando a tecnologia BIM divergiram entre si, devido a erros no levantamento de material. Essa pesquisa contribui para os estudos de aplicação da tecnologia BIM em empreendimentos públicos e no entendimento do comportamento dos projetistas que ainda não são usuários da tecnologia BIM.

Palavras-chave: Projetos. BIM. Planejamento.

ABSTRACT

This article aims to investigate the influence of BIM technology in materials quantitative measurements as well as in construction planning of a public building project. A graduation conclusion work originated this study. The study case of a public building project, adopted as working method, considers its architectural and structural designs. As well, the research went through the project's documents and the project's spreadsheets in order to compare quantitative measurements made through different methods. In addition, conduct semi structured interviews with the designers involved. As a result, identifies that the 2D representation presented several flaws, due to unfollowed changes among the two disciplines designs and problems with unsolved clients' definitions. Quantitative measurements made according to the conventional method and the one using BIM technology diverged one from the other, due to mistakes identified in the measurements enquiry. This research contributes to the studies of BIM technology application in public construction projects in the same way that improves the understanding of the designers' behavior not yet BIM technology users.

Keywords: *Construction Designs. BIM. Planning.*

[1] OLIVEIRA, Edson de Jesus; SANTANA, Júlio César; SANTOS, Débora de Gois. Contribuições da tecnologia BIM para o planejamento de um empreendimento público. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Entorno da década 1960 começaram a surgir no Brasil os primeiros escritórios especializados nas disciplinas de arquitetura, e de engenharia civil. Segundo Mikaldo Jr. (2006), Mikaldo Jr.; Scheer (2007) e Sousa (2010), nesses, a coordenação do desenvolvimento dos trabalhos dava-se pela equipe de profissionais que trabalhava de forma conjunta dentro das empresas, ou seja, a mesma equipe responsável pelos projetos era responsável também pela construção (construtibilidade).

Porém, com o passar do tempo isso mudou para uma realidade onde o processo passou a ser composto de equipes especializadas, mas fragmentadas. De acordo com Mikaldo Jr.; Scheer (2007), como há a separação entre a equipe de atividade de projetos da equipe de execução, algumas empresas e segmentos começaram a perceber a necessidade de compatibilizar os projetos, aparecendo a figura dos coordenadores e ou de equipes internas ou externas de projeto.

Fontenelle (2002), Adesse; Melhado (2003), Ávila (2011), Rodríguez; Heineck (2001; 2003) e Nascimento (2014) reforçam a ideia da importância do coordenador de projetos para se obter a racionalização e a construtibilidade, por meio de padronização, responsabilidade dos profissionais, qualidade e, por fim, o enriquecimento de informações geradas, decisões, custos e compatibilização, devido ao crescimento das especializações dos profissionais atribuídos nos projetos e na execução dos mesmos.

A compatibilização passa a ser uma ferramenta importante no processo de desenvolvimento dos projetos, reduzindo retrabalhos, custo da construção e prazos de execução (ÁVILA, 2011). Santos (2003) ressalta que a colaboração é importante para o sucesso das empresas, seja na troca de informações ou na atribuição para a melhoria da qualidade.

Segundo Romano (2003) e Ferreira (2007), nas atividades de projetos, os atos de colaborar e coordenar são muito importantes para ocorrer a eficiência dos projetos.

Ferreira (2001, p.1) afirma que "a definição de projetar e planejar é exatamente a mesma". Ferreira (2001) e Duarte (2011) definem projeto como processo de planejamento da obra. Então, o planejamento é a ferramenta administrativa que permite compreender a realidade, avaliar os caminhos, organizar um referencial futuro, estruturando o caminho adequado e reavaliar todo o processo (MONTEIRO; SANTOS, 2010).

Conforme Pereira (2013), a compatibilização de projeto, utilizando a tecnologia BIM, tem o intuito de obter informação do processo modelagem para melhoria da edificação, além de consegui conhecimento de construção com planejamento, gerenciamento, coordenação etc. Com isso, traz resultados satisfatórios para a edificação para reduzir os efeitos negativos atribuídos nos projetos, ou seja, desperdícios de matérias, tempo,

incompatibilização e custos (Masotti, 2014), interligando compatibilização com o planejamento para eficiência do BIM.

O BIM é uma tecnologia que reúne dados e representação espacial digital dos projetos e fases de uma obra, inclusive planejamento, orçamento e até compras de suprimentos e gestão do canteiro, a partir do qual se pode comparar, por exemplo, o andamento dos trabalhos com o cronograma planejado (SANCHEZ, 2014).

Segundo Masotti (2014), o BIM está associado ao planejamento que envolver o tempo (4D), que atribui e define quando será realizada a compra de cada elemento, seu armazenamento, preparação, instalação e utilização. Além destes fatores, o planejamento tem como objetivo organizar a logística do canteiro de obras, a manutenção, os equipamentos utilizados, e, por fim, a movimentação das equipes. Já o orçamento está associado à 5D, em que o custo está adicionado ao modelo do empreendimento utilizando o BIM.

Oliveira et al. (2014) comentam que as empresas contratadas devem utilizar a tecnologia BIM para a compatibilização dos projetos de cada disciplina e que os profissionais destas disciplinas possam interagir entre si, atribuindo as informações necessárias e solucionando as interferências entre os elementos dos diversos sistemas da edificação. Além disso, a tecnologia possui a capacidade de efetuar ou gerar quantitativos de materiais automaticamente (MASOTTI, 2014).

Koskela et al. (2010) reforçam que o BIM é visto como um conjunto de tecnologias de desenvolvimento que facilitam e encorajam a mudança, particularmente no projeto e na melhoria do processo de construção.

A NBR 15965–7 (ABNT, 2015) tem por objetivo apresentar a estrutura de classificação que define as características dos objetos da construção para aplicação na tecnologia de modelagem da informação da construção pela indústria brasileira de Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC).

Em termos do planejamento e da logística de obra, o processo BIM permite antever os problemas de projeto e antecipar as decisões, estimar os custos e o cronograma da obra com mais precisão, aumentar a confiabilidade do projeto e eliminar erros e retrabalhos (BARBOZA, 2010; MORAIS et al., 2013).

Esta pesquisa teve como objetivo investigar as contribuições da tecnologia BIM no planejamento e no levantamento dos quantitativos de um empreendimento público, através da modelagem dos projetos arquitetônico e estrutural, com intuito de compatibilizar os mesmos.

2 MÉTODO

Por limitação de tempo, na descrição do empreendimento em estudo, foram verificados e analisados as interferências entre os projetos arquitetônico e estrutural.

A equipe técnica da Instituição de Ensino Superior utilizou os *softwares* AUTOCAD®, para o projeto arquitetônico, e EBERICK V9 GOLD® e AUTOCAD®,

para o projeto estrutural. Após analisar esses projetos, os pesquisadores realizaram a modelagem 3D BIM, no *software* REVIT®. Em seguida, foram verificados e comparados os dois métodos.

Para a coleta de dados do estudo de caso, foram analisadas todas as documentações fornecidas pelo setor público e realizadas entrevistas com os projetistas de arquitetura e estrutural, através de um questionário com perguntas abertas, tendo como foco o detalhamento do método de elaboração, *softwares*, gestão e coordenação de projetos adotados.

Foi possível então identificar os materiais de construção e os elementos construtivos, bem como a distribuição das atividades atribuídas aos profissionais de projeto dentro de um processo baseado no método convencional.

Para iniciar a modelagem dos projetos em 3D, foi criado um template a partir de um *software* com propriedades BIM, envolvendo restrições, parametrizações, raciocínio lógico e os materiais que foram aplicados nos elementos associados ao projeto, com o objetivo de efetuar a modelagem das disciplinas pesquisadas e obter os levantamentos quantitativos de materiais do projeto automaticamente, com a definição de cada elemento associado ao projeto, propiciando o controle dos materiais.

3 RESULTADOS

3.1 Modelagem do projeto em estudo e entrevistas

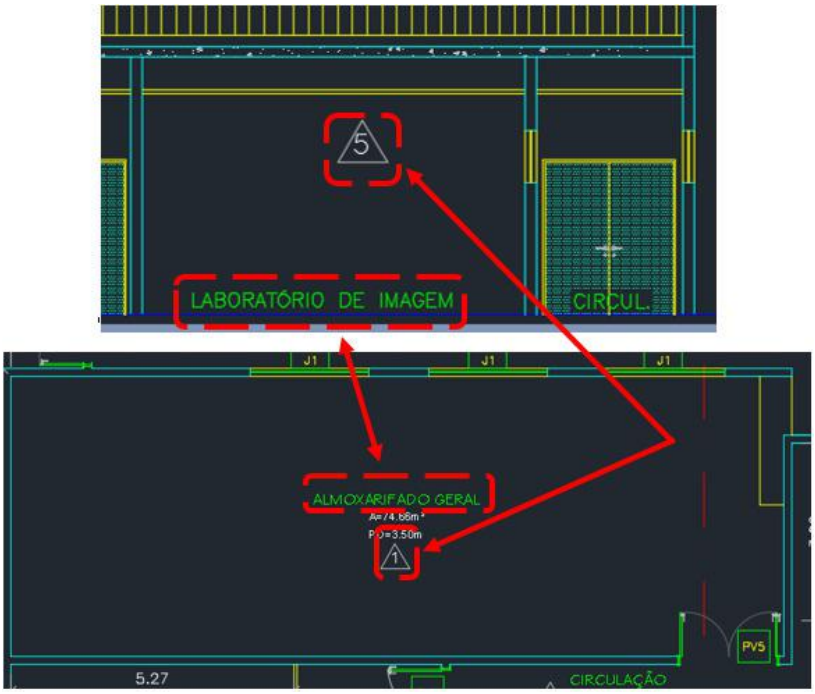
O procedimento de criação de template foi importante para extrair os quantitativos no processo realização modelagem. Pois, a exatidão da quantidade de insumos e serviços dependerá da assertividade em configurar corretamente essas informações associadas ao modelo 3D. Nesse sentido, uma parede deixa de ser representada, em projeto, pelo desenho de duas linhas paralelas e passa a ser uma simulação do objeto real a ser construído, no qual estão sistematizados e organizados os dados (dimensionais, qualitativas, custo, tempo etc.) que se queiram obter para auxiliar o planejamento da construção.

No processo de modelagem 3D, foram encontradas incompatibilidades entre os projetos de arquitetura e de estrutura, provavelmente devidas à má interpretação da representação em 2D, figuras 1 e 2. Verifica-se na figura 1 que ocorreu incompatibilidade entre a planta baixa e o corte FF referente a um mesmo cômodo. Enquanto que em uma delas a descrição do ambiente é "almoxarifado geral e nomenclatura 1" na outra é "corte FF e nomenclatura 5". Por sua vez, a figura 2 apresenta o conflito entre projeto arquitetônico e estrutural em termos do posicionamento de elementos estruturais, sistema de cortina vidraça e esquadrias na sala de espera.

A partir das entrevistas estruturadas foi possível fazer uma análise do processo de projeto para o empreendimento pesquisado, bem como extrair relatos dos profissionais sobre a tecnologia BIM. Observou-se nas entrevistas que a

equipe de projetos da Instituição, antes de iniciar qualquer projeto, reúne os interessados, projetistas, gestor e cliente (contratante) para discutir e propor soluções para o empreendimento que se quer construir.

Figura 1 – Incompatibilização entre as nomenclaturas entre a Planta baixa e o corte -FF das pranchas 02 e 04, respectivamente.



Fonte: DIPRO (2013)

Figura 2 – Incompatibilidade do pilar PG47, viga VG11 e duas janelas J9, do bloco G, com o sistema de cortina vidraça na entrada do ambiente de espera.



Fonte: Os autores

Em termos de roteiro para elaborar projetos, a arquiteta inicia suas atividades com o levantamento das necessidades dos clientes (programa de necessidades). É nesse momento que são colhidas informações em termos de função, para que e para quem se destinará o empreendimento, atividades que serão ali desempenhadas, equipamentos a serem utilizados, área, preço, localização, etc. Existe ainda pesquisa em outras Instituições de

Ensino e nas normas técnicas que devem ser aplicadas. O valor do empreendimento impactou bastante nas decisões tomadas, em que foi necessário equilibrar a relação custo/área a ser construída.

Já para o calculista estrutural, os documentos usados na elaboração do projeto são a ordem de serviço, o projeto arquitetônico e o relatório de sondagem do solo. Os *softwares* utilizados para o dimensionamento das estruturas foi o Eberick®, que gera a modelagem e suas respectivas informações (dimensional e ou matemática).

Na análise das entrevistas, percebe-se que, na maioria das vezes, os profissionais de projeto trabalham isoladamente; as reuniões de discussão de projetos que ocorrem não são formalizadas ou documentadas; o ambiente é pouco colaborativo; há carência de procedimentos detalhados e existem problemas nas tomadas de decisão. Isto significa que não há planejamento formalizado, coordenado e organizado para compreensão e controle de toda as etapas das atividades de projetos.

Essa postura resultou em dificuldades, tanto no que se refere à compatibilização dos projetos em 2D como em termos de aprendizado e da aplicação prática dos conceitos e métodos BIM, conforme descrito na literatura. Essas limitações contribuíram para o surgimento de interferências que resultam em problemas no canteiro de obras, principalmente em perdas por retrabalho.

3.2 Comparação com o método convencional

No processo de elaboração da modelagem dos projetos, utilizando a tecnologia BIM, pôde-se observar maior precisão quando comparado com o processo convencional, tanto no levantamento de quantitativos (Tabela 1) como na identificação das interferências.

O levantamento quantitativo no processo BIM tem uma menor probabilidade de erro, devido ao fato de ser automático e poder ser visualizado no projeto em tempo real, correlacionando o local onde o material é aplicado com a planilha de quantitativos. Porém, não é possível considerar que o sistema seja a prova de erros, pois se o profissional não realizar todo o planejamento de organização do template como parametrizações, restrições, controle e verificações no processo de modelagem pode também gerar erro no modelo e nas planilhas no processo BIM. Nesse estudo de caso, quando se realizava as configurações do template, se efetuava análise dos parâmetros e materiais que geravam o modelo, com o intuito de obter um planejamento e um levantamento de quantitativo com mais controle e precisão durante o processo de modelagem, ou seja, realizando o controle do processo BIM.

No método convencional, observa-se ainda que o levantamento dos quantitativos foi realizado por meio de planilhas eletrônicas ou arquivos de texto a partir da verificação dos projetos não compatibilizados, o que pode incidir em erros construtivos.

Tabela 1– O quadro de comparação entre o método convencional (MC) e BIM.

MATERIAL	MC – ÁREA (m²)	BIM – ÁREA (m²)	DIFERENÇA MC – BIM (m²)	MARGEM (%)
Alvenaria	5171,47	6149,99	-978,52	15,91
Chapisco externo	5211,07	5308,28	-97,21	1,83
Emboço externo + reboco externo	5211,07	5308,28	-97,21	1,83
Argamassa baritada	481,18	749,75	-268,57	35,82
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor areia M4330	2041,94	1834,13	207,81	11,33
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor barents M6329-	990,91	489,08	501,83	102,61
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor porto M11804-	793,27	482,27	311	64,49
Pastilha cerâmica 5x5cm, marca Atlas na cor Évora M11661-	990,47	280,82	709,65	252,71
Cobertura	2747,29	2795,51	-48,22	1,72
Painel de Alu/composto – vermelho	385,37	323,87	61,5	18,99
Painel de Alu/composto - cinza	146,79	67,44	79,35	117,66

Fonte: Os autores

Como pode ser visto na tabela 1, houve diferenças consideráveis no comparativo dos materiais, ficando difícil realizar uma análise ou comparação com mais coerência.

Em termos da verificação das interferências dos elementos associados aos projetos de arquitetura e estrutural, foram analisadas interferências em 4 categorias: pilares, portas, janelas e telhados (figuras 3 e 4). Como resultado, foram identificadas 10 interferências entre pilares e portas, 17 interferências entre pilares e janelas e 14 interferências entre pilares e telhados.

O processo de verificação de interferências pelo método convencional é realizado visualmente pelos profissionais. Os projetos, digitalizados em 2D no AUTOCAD®, foram sobrepostos para buscar os desajustes dimensionais revelados pela sobreposição dos projetos e apontar quanto uma disciplina estaria interferindo em outra, e a partir dessa análise decidir os ajustes de projetos a serem realizados.

Ao utilizar a tecnologia BIM, verificou-se melhor desempenho das características dos projetos e da própria edificação, bem como redução de alterações de construção e custos adicionais, além de contribuir para localizar os locais das interferências tanto em plantas baixas com vista 3D (figura 5).

Figura 3 – Verificação da interferência entre os elementos de categoria de pilares com a do telhado.

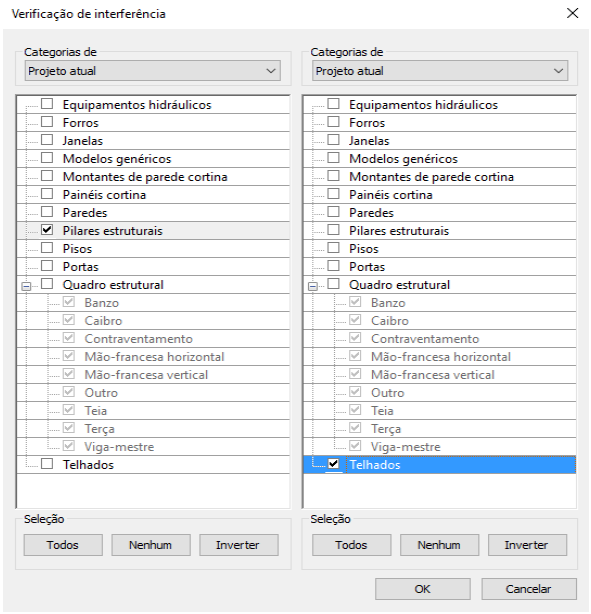
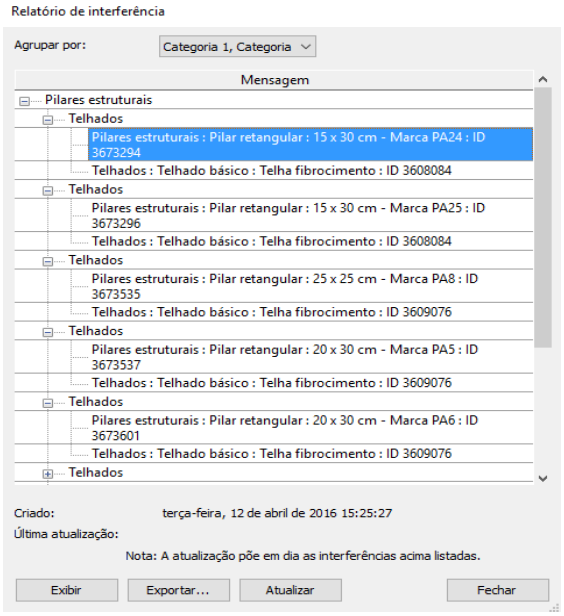
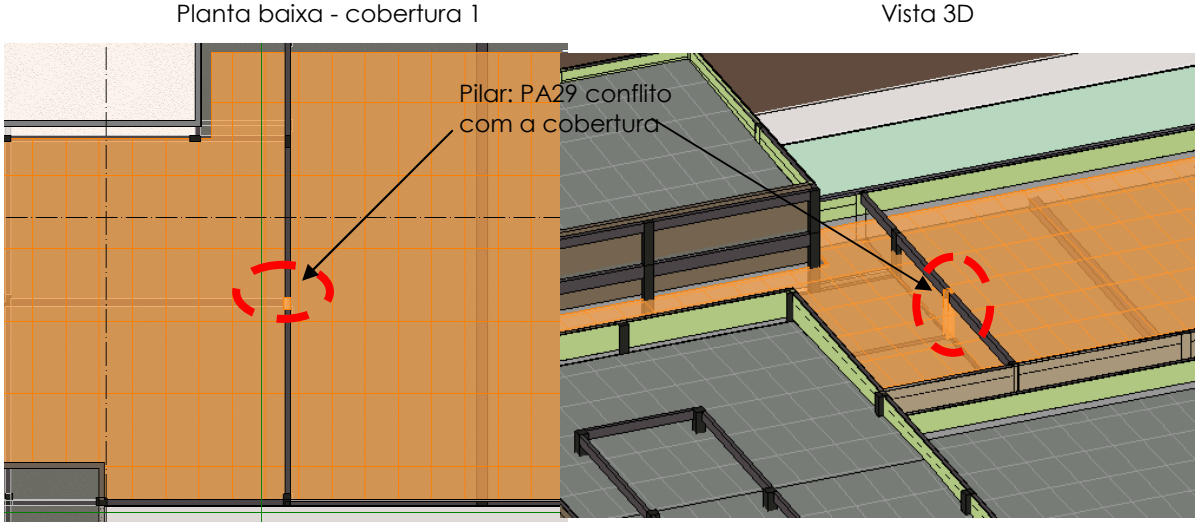


Figura 4 – Apresentação do relatório com as interferências entre os elementos das categorias analisadas.



Fonte: Os autores

Figura 5 – Apresentação do local da interferência entre os elementos das categorias analisadas, representadas nas vistas.



Fonte: Os autores

3.3 Contribuições da modelagem BIM para os projetos de obras públicas

Foi observado a relevância da identificação dos atrasos dos cronogramas das obras, realizadas na instituição pública de ensino objeto de estudo. Esses atrasos podem ser provocados pela divergência de informações entre a planilha orçamentária, projetos e especificações que vão para a licitação. Através da modelagem, foi possível confirmar que a tecnologia BIM pode contribuir bastante para melhorar as atividades de elaboração de projetos,

execução (controle do fluxo de materiais), manutenção e auxílio à fiscalização do contrato firmado entre o agente público e o privado, melhorando assim o desempenho das obras, por meio do planejamento atribuídos todas estas etapas.

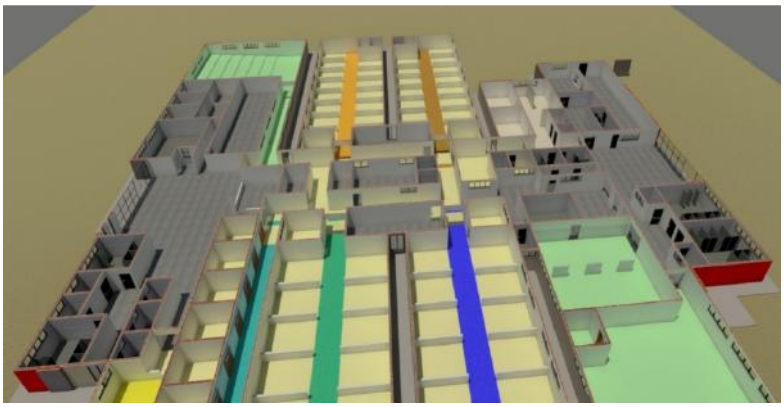
Na elaboração dos projetos, as contribuições são: desenvolvimento do projeto com precisão; geração de documentações automáticas e visualização de cortes em 3D; tabelas de informações e movimento de terra em 3D.

Segundo a literatura, todo o processo de modelagem deve ser feito de modo colaborativo, para que as diversas áreas trabalhem em conjunto, favorecendo os detalhamentos e fornecendo dados preciosos para o planejamento do empreendimento.

O planejamento das etapas realizadas na modelagem BIM ajudou na organização, compatibilização e coordenação dos projetos, bem como extraiu informações importantes para o planejamento das atividades da obra. Com isso, possibilitou e contribuiu para o orçamento, a racionalização e a construtibilidade dos projetos e sua execução, principalmente no controle dos mesmos. Porém, foi verificada falta de comunicação entre os profissionais nas atualizações de projeto, em termos de compatibilizações e revisões. Cita-se, como exemplo, o projeto arquitetônico que foi modificado diversas vezes, tendo seus níveis e dimensões alteradas, porém essas alterações não foram acompanhadas no projeto estrutural.

Através do comando *Displace elements*, que tem como finalidade deslocar os elementos que estão associados ou ligados, com o intuito de visualizar a execução destes elementos na obra, pode-se visualizar estes elementos associados e como estes são executados no canteiro de obra (figura 6).

Figura 6 – Corte 3D do projeto de através do comando da caixa de corte

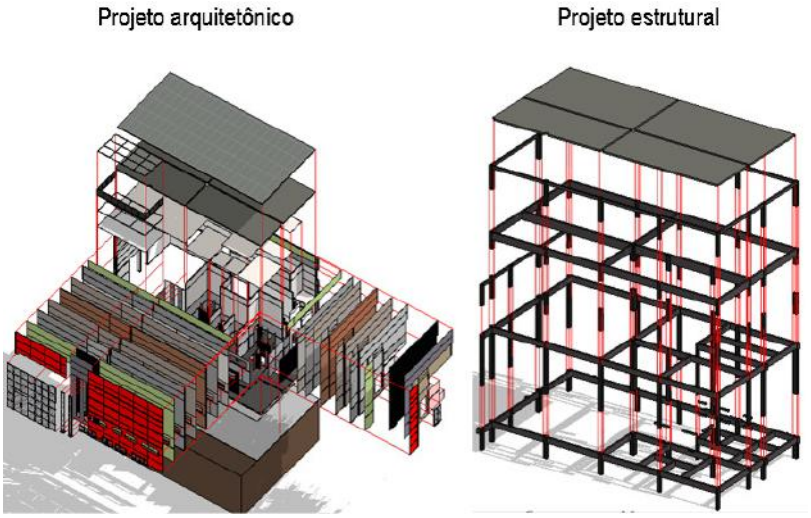


Fonte: Os autores

Dessa forma, a modelagem 3D, torna possível visualizar os elementos construtivos de forma associada ou dissociada uns dos outros, o que contribui para a comunicação da interface projeto/planejamento e planejamento/obra, bem como na qualidade do empreendimento como um todo, principalmente no que se refere àquelas atividades relacionadas

aos fluxos de materiais, e da mesma forma para o desenvolvimento da logística no canteiro de obras (Cortes 3D) (figura 7).

Figura 7 – Deslocamentos dos elementos para visualização das atividades e para os fluxos dos materiais do canteiro de obra



Fonte: Os autores

4 CONCLUSÃO

No estudo de caso realizado, a tecnologia BIM contribuiu para a obtenção de um levantamento de quantitativos mais preciso e coerente com a realidade construtiva, pois a criação de maquete eletrônica do empreendimento, simulando o edifício a de ser executado contribuiu para uma avaliação do processo BIM como estratégia de gestão de projetos e o planejamento da obra.

O BIM contribuiu ainda para a elevação dos níveis de assertividade das informações necessárias dos projetos a serem enviadas ao processo de licitação, e, posteriormente, à obra, sendo isso de grande valia para a salvaguarda do erário público, os agentes fiscalizadores, o andamento da obra e as empresas contratadas.

Foram observadas também, no projeto 2D, falhas de racionalização e compatibilização das atividades de projeto, falta de atendimento aos requisitos de construtibilidade e pouca colaboração entre os profissionais projetistas. Estas falhas levaram à necessidade de revisões, alterações e mudanças nos projetos, além de resultados discrepantes entre o levantamento quantitativo realizado de modo convencional pelo BIM.

Concluiu-se que no setor público analisado existe uma carência em gestão de qualidade e coordenação de projetos, de modo a minimizar erros de projetos e a contribuir para o planejamento das obras. Esses problemas podem ser minimizados com a utilização do BIM.

REFERÊNCIAS

ABNT. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15965-7**: Sistema de classificação da informação da construção. Rio de Janeiro, dez. 2015. 24p

ADESSE, E.; MELHADO, S. B. A coordenação de projetos externa em empresas construtoras e incorporadoras de pequeno e médio portes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais**... São Carlos: ANTAC, 2003. 10p.

ÁVILA, V. M. **Compatibilização de projetos na construção civil Estudo de caso em um edifício residencial multifamiliar**. 2011, 84p. Monografia (Especialista em Construção Civil) - Curso de Especialização em Construção Civil da Escola de Engenharia. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

BARBOZA, N. **BIM à brasileira**. Notícias da construção. SindusCon-SP, n. 94, p. 9-10, out. 2010. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2010/ed94.pdf>. Acesso em: 19 set. 2015.

DUARTE, M. R. **Compatibilização de Projetos**. Maio 2011. Disponível em: <http://matheusduarte.com.br/wp-content/uploads/2011/05/aula-compatibilizac3a7c3a3o2.pdf>. Acesso em: 11 mar. 2015.

FERREIRA, R. C. Os Diferentes Conceitos Adotados entre Gerência, Coordenação e Compatibilização de Projeto na Construção De Edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL - GESTÃO EM GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1., 2001, São Carlos, SP. **Anais**... São Carlos, SP, 2001. 3p.

FERREIRA, S. L. **Da Engenharia Simultânea ao Modelo de Informações de construção (BIM)**: Contribuição das Ferramentas ao Processo de Projeto e Produção e Vice-versa. Artigo-44, Paraná, 2007. Disponível em:<http://www.cesec.ufpr.br/workshop2007/Artigo-44.pdf>. Acesso em: 20 mar. 2015.

FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. 2002, 369p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

KOSKELA, L.; OWEN, B.; DAVE, B. Lean construction, building information modelling and sustainability. In. ERACOBUILD WORKSHOP, 2010, Malmö. **Proceedings** Malmö, 2010.

MASOTTI, L. F. C. **Análise da Implementação e do Impacto do BIM no Brasil**. 2014, 79p. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) - Departamento de Engenharia Civil. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2014.

MIKALDO JR, J. **Estudo comparativo do processo de compatibilização de projetos em 2d e 3d com uso de TI**. 2006, 150p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) -

Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Setor Tecnologia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MIKALDO JR, J.; SCHEER, S. Compatibilização de projetos ou engenharia simultânea: qual é a melhor solução. In: WORKSHOP BRASILEIRO DE GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETOS NA CONTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 7., 2007, Curitiba, PR. **Anais**... Curitiba: UFPR, 2007. 6p.

MONTEIRO, A. da S; SANTOS, R. de C. A. dos. **Planejamento e Controle na Construção Civil, utilizando Alvenaria Estrutural**. 2010, 116p. Trabalho de concurso de curso (Bacharel em Engenharia Civil). Universidade da Amazônia, Belém, 2010.

MORAIS, M. de; GRANJA, A.; RUSCHEL, R. C. BIM no custeio-meta: pesquisas relacionadas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3., ENCONTRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6., 2013, Campinas. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2013.p.807-819.

NASCIMENTO, J. M. do. A importância da compatibilização de projetos como fator de redução de custos na construção civil. **Revista Especialize On-line IPOG**, Goiânia, v. 1, n. 7, jul. 2014. Disponível em: <http://www.ipog.edu.br/revista-ipog>. Acesso em: 29 jul. 2015.

OLIVEIRA, A. et al. **Termo de Referência para desenvolvimento de projetos com o uso da Modelagem da Informação da Construção (BIM)**. Secretaria de Estado da saúde – Santa Catarina, 2014.

PEREIRA, A. P. C. **A adoção do paradigma BIM em Escritórios de Arquitetura em Salvador – BA.** 2013, 201p. Dissertação (Arquitetura e Urbanismo) - Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Faculdade de Arquitetura. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2013.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. Coordenação de projetos: uma experiência de 10 anos dentro de empresas construtoras de médio porte. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2., 2001, Fortaleza, CE. **Anais**... Fortaleza, CE. 2001. 12p.

RODRÍGUEZ, M. A. A.; HEINECK, L. F. M. A construtibilidade no processo de projeto de edificações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos, SP. **Anais**... São Carlos, SP. 2003. 8 p.

ROMANO, F. V. **Modelo de referência para o gerenciamento do processo integrado de edificações**. 2003, 381p. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

SANCHEZ, P. **O BIM é econômico**. Notícias da construção. SindusCon-SP, n. 134, p. 8, jun. 2014. Disponível em: <http://www.sindusconsp.com.br/downloads/imprensa/noticiasdaconstrucao/2014/revista_ed_134_web.pdf>. Acesso em: 19 set. 2015.

SANTOS, C. A. **Produção enxuta**: uma proposta de método para introdução em uma empresa multinacional instalada no Brasil. 2003, 233p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Mecânica (PG-MEC). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2003.

SOUSA, F. J. de. **Compatibilização de projetos em edifícios de múltiplos andares** – estudo de caso. 2010, 117p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Área de Concentração: Tecnologia das Construções. Universidade Católica de Pernambuco, Recife, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

APRIMORAMENTO DE METODOLOGIA PARA APLICAÇÃO DE PESQUISA DE CAMPO EM SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO UTILIZANDO OS INSTRUMENTOS DE WAYFINDING[1]

ONO, Rosaria (1); MOREIRA, Katia Beatris Rovaron (2)

(1) FAUUSP, e-mail: rosaria@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: katiabeatris@usp.br

RESUMO

O objetivo deste artigo é discutir as ferramentas de avaliação de wayfinding e a necessidade de aprimoramento dessas ferramentas na análise da qualidade de espaços complexos para o caso das rotas de fuga. Para tanto, uma pesquisa de campo foi realizada junto a um edifício hospitalar. O experimento realizado permitiu identificar as estratégias de navegação adotadas pelos sujeitos sem conhecimento prévio do espaço, a fim de obter uma orientação adequada para alcançar um determinado ponto estabelecido, e também a compreensão de como eles utilizaram as informações deste percurso para sair da edificação por meio das rotas de fuga disponíveis. As ferramentas de avaliação adotadas apresentaram algumas falhas que influenciaram na investigação dos problemas e na obtenção dos resultados da pesquisa. Nesse sentido, é apresentada uma análise crítica, ainda com caráter exploratório, dos instrumentos utilizados por diversos autores estudados para realização da pesquisa de campo. Essa análise crítica auxiliará nas novas pesquisas de campo programadas, buscando o seu aprimoramento, de modo a propiciar melhor eficácia no levantamento das informações, na análise dos resultados e o no desenvolvimento das estratégias a serem utilizadas na elaboração de projetos com boa orientabilidade para saídas de emergência em edificações de uso complexo.

Palavras-chave: Orientabilidade (wayfinding). Segurança contra incêndio. Saídas de emergência.

ABSTRACT

The purpose of this article is to discuss wayfinding assessment tools and its improvement to analyze the quality of complex spaces for the use of escape routes. For this purpose, a field survey was carried out at a hospital building. This survey aimed at identifying the navigation strategies adopted by the subjects without prior knowledge of the space, in order to obtain adequate guidance to reach a certain set point and also in understanding how they used the information available in this route to get out of the building through a fire escape route. The assessment tools used in this field research presented some flaws that influenced results. In this article, the exploratory analysis of the tools used by the various authors is presented. This analysis will support new field surveys, aiming for improvements in those methods, in order to provide more effective analysis and research results, and the development of strategies to be used in the building design process of fire exits in complex buildings.

***Keywords**: Wayfinding. Fire safety. Emergency exits.*

[1] ONO, Rosaria; MOREIRA, Katia B. R. Aprimoramento de metodologia para aplicação de pesquisa de campo utilizando os instrumentos de wayfinding. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A segurança contra incêndio é introduzida no projeto arquitetônico de qualquer ambiente construído por meio de uma série de decisões arquitetônicas tomadas durante o desenvolvimento do projeto e que geram medidas de ordem espacial para proteção dos usuários e contenção do incêndio. Dentre as medidas de proteção dos usuários, destaca-se a provisão de saídas de emergência seguras (rotas de fugas horizontais e verticais), para as quais espera-se fácil identificação, visualização e acesso.

É marcante, neste contexto, o caso específico de saídas verticais, ou seja, das caixas de escadas, que, por vezes, é um elemento arquitetônico de grande porte e que acaba por ocupar uma significativa porcentagem da área construída dos pavimentos dos edifícios (ONO, 2010). Não obstante, as saídas verticais podem estar mal localizadas ou serem de difícil visualização e, muitas vezes, são elementos não-familiares aos usuários, principalmente em edifícios de grande porte e de leiaute complexo.

Orientabilidade (wayfinding) é um termo definido por Lynch (1960) em seus estudos pioneiros como "um uso e uma organização consistente de pistas sensoriais definidas, advindas do ambiente externo". Mais tarde, Passini (1984) e Arthur e Passini (1992) enfatizaram a importância funcional da orientabilidade também em ambientes internos, associando-a à arquitetura e à comunicação visual. De acordo com Passini (1996), a orientabilidade pode ser afetada por condições estressantes, como uma situação de evacuação de emergência. Nesta situação, decisões difíceis não deveriam ser exigidas dos usuários, pois o estresse pode ser um fator inibidor de orientabilidade. Algumas pesquisas pioneiras nesta área (SIME, 1980) revelaram que pessoas não tendem a entrar em pânico ou se comportar irracionalmente em situação de emergência, mas ficam propícias a se mover em direção às rotas com as quais têm maior familiaridade. Particularmente, visitantes tendem a sair por onde entraram, mais do que a procurar rotas alternativas desconhecidas (SIME, 1985).

De acordo com Passini (1996), quando o arquiteto concebe um ambiente construído e seu sistema de circulação, ele também define, inerentemente, as dificuldades de orientabilidade que os usuários vão enfrentar neste ambiente. O projeto arquitetônico pode criar impactos fortes na orientabilidade do edifício e as dificuldades criadas nem sempre podem ser resolvidas por um sistema complementar de comunicação visual (sinalização) por mais detalhado e completo que ele seja. Assim, o projeto de orientabilidade deve ser considerado ainda na fase inicial da concepção do projeto (ARTHUR E PASSINI,1992), inclusive das saídas de emergência. Sime (2001) define o projeto de orientabilidade como um dos critérios de risco de ocupação relacionados à segurança contra incêndio, adicionalmente aos parâmetros como a distância a percorrer e o fluxo de saída, pois os ocupantes precisam ter capacidade de se orientar no espaço e encontrar as saídas de forma rápida e segura, mesmo que não estejam familiarizadas com o espaço.

A qualidade de projeto de saídas de emergência está fortemente relacionada à facilidade de identificação e acesso dessas rotas. Este problema pode se agravar em situações que envolvem edifícios e espaços complexos, tais como hospitais, terminais aeroportuários, centro de compras e edifícios universitários, onde parte significativa da população não tem familiaridade com o ambiente.

2 OBJETIVO

Este artigo tem como objetivo discutir as ferramentas utilizadas na pesquisa de campo realizada sobre orientabilidade e a necessidade de aprimoramento dessas ferramentas na aplicação em estudos sobre a análise da qualidade do espaço para o caso de rotas de fuga.

3 ESTUDOS DE ORIENTABILIDADE

Pesquisas que avaliam a orientabilidade têm como característica dominante a utilização, frequente, da pesquisa de campo como meio de coleta de dados, tendo o elemento humano como navegador, para o estudo da percepção do espaço.

De acordo com Saif (2001), a pesquisa sobre orientabilidade busca investigar e identificar a estrutura particular de um espaço arquitetônico e a maneira como as pessoas navegam de um ponto a outro, procurando compreender como as propriedades do ambiente influenciam na construção de um mapa mental cognitivo, traçado em função de uma sequência de decisões realizadas durante o percurso.

Para que a leitura realizada do espaço seja compreendida, é necessário que ela seja verbalizada e, por este motivo, as pesquisas de campo envolvem tanto a leitura técnica de mapas arquitetônicos como também a coleta dos comentários dos próprios indivíduos sobre o ambiente, assim como das atitudes e das decisões por eles tomada ao longo do percurso.

Lynch (1960), pioneiro nos estudos de orientabilidade urbana, definiu os cinco elementos que são utilizados para a investigação da construção dos mapas cognitivos, a saber: caminhos (*paths*), pontos nodais (*nodes*), marcos (*landmarks*), limites (*edges)* e setores (*districts)*.

Kuipers (1978) criou modelos computacionais para a leitura e cruzamento de dados obtidos nas pesquisas de campo. Weisman (1981) utilizou a aplicação de questionários em seus estudos em edifícios universitários, distinguindo, por este método, pontos importantes como sinalização, diferenciação arquitetônica, acessos perceptivos e planejamento dos espaços.

Passini (1984), em seu estudo em grandes complexos urbanos em Montreal utilizou um gravador portátil para registrar as respostas dos entrevistados sobre o uso do espaço em seus percursos e as razões por trás dessas escolhas ao longo do percurso.

Holscher et al (2006) descrevem a técnica da observação direta do

comportamento do navegador, tendo o registro da descrição verbal realizada pelo navegador como principal fonte de informação. Neste caso, a técnica inclui o que é denominado "verbalização concorrente", que é a verbalização em tempo real, ao longo do percurso, como a melhor forma de coleta de dados. Outra técnica, também muito utilizada, é a "verbalização retrospectiva" (ERICSSON e SIMON, 1993), que é o relato pelo navegador, em ordem cronológica, realizado após o final do experimento.

4 DESCRIÇÃO DA PESQUISA DE CAMPO

A estruturação da pesquisa iniciou-se pela escolha de um edifício, optando-se pelo de uso hospitalar, pela complexidade que apresenta esse tipo de ocupação. Em seguida, passou-se à análise e seleção dos instrumentos a serem aplicados para a coleta de dados, conhecendo-se as características do edifício. Para a realização do experimento foram recrutados, como voluntários, 18 estudantes da graduação de arquitetura e engenharia civil, sem familiaridade com o espaço.

4.1 Edifício estudo de caso

O edifício objeto do estudo foi um hospital de especialidade ortopédica situado dentro do complexo do Hospital das Clínicas da Universidade de São Paulo, constituído de 3 grandes alas e 10 pavimentos, sendo um de subsolo. O edifício abriga área de ambulatório, consultórios, internação, centro cirúrgico, centro de diagnóstico, clínica de reabilitação, oficina ortopédica, áreas administrativa e acadêmica (salas de aula e de professores, biblioteca, centro de pesquisa etc.), cozinha e refeitório.

Por meio da análise do projeto e visitas ao local, foram identificadas, preliminarmente, as questões que poderiam dificultar a navegação no interior do edifício. Esta avaliação serviu de base para a determinação das ferramentas a serem utilizadas e os pontos a serem abordados no experimento, assim como para a realização de um teste-piloto (ONO et al., 2014).

4.2 Enfoque do experimento de campo

O experimento foi estruturado de modo a captar informações acerca de dois pontos específicos:

1. Ações do navegador ao adentrar e percorrer o ambiente interno, com o objetivo de encontrar um ponto pré-determinado, utilizando as informações do ambiente;

2. Como o navegador se utiliza das informações obtidas do ambiente para encontrar uma rota de fuga no pavimento ao fazer o percurso até atingir uma saída para o exterior no térreo.

4.3 Técnicas de coleta de dados

Adotou-se tanto a verbalização concorrente como a verbalização retrospectiva como técnicas de coleta de informações dos indivíduos, além do registro visual do próprio percurso realizado, por meio dos seguintes instrumentos:

- Registro da imagem do percurso realizado, por meio de câmera filmadora que o navegador carregou junto à altura de sua cabeça;
- Registro das declarações orais do navegador realizadas ao longo do percurso, gravadas pela câmera filmadora. O navegador foi estimulado a expressar seus sentimentos, declarar suas opiniões, decisões e atitudes, ao longo do percurso; e
- Aplicação de dois questionários semiestruturados em dois momentos diferentes do experimento:
    - Quando o navegador atingiu o ponto pré-determinado de seu percurso, no interior do edifício;
    - Após o navegador terminar o seu percurso de saída e atinge o exterior do edifício.

O primeiro questionário tratava de questões relativas à orientação dentro do edifício, com considerações sobre a estratégia adotada para o percurso realizado, os meios utilizados para orientação e a facilidade em encontrar o caminho até o primeiro ponto de chegada.

O segundo questionário tratava de questões relativas às rotas de fuga e escadas, com questões direcionadas especificamente à facilidade de encontrar a escada, a noções de orientação ao chegar ao final da escada e na saída para o exterior do edifício.

Os questionários aplicados foram adaptados de um modelo proposto por PAUL (2013), onde o autor considera 13 parâmetros para investigar o percurso de cada navegador, a saber:

> "....estratégia de rota, estratégia de orientação, estratégia de navegação, caminhos, limites, setores, pontos nodais, marcos, ruído, iluminação, stress, utilidade e confiança. PAUL (2013, pg. 73)(tradução nossa).

Este modelo de questionário foi adotado por estar alinhado com as diretrizes apresentadas por vários autores para a pesquisa de orientabilidade em espaços complexos.

5 APRIMORAMENTO DAS FERRAMENTAS DE E DO MÉTODO DE INVESTIGAÇÃO

A partir da análise dos resultados (ONO et al, 2015a; ONO et al 2015b) foi possível detectar a necessidade de melhorias nas ferramentas utilizadas para a realização da pesquisa de campo. As considerações são apresentadas a seguir.

5.1 Critérios para escolha da edificação para o experimento

O edifício foi selecionado para o experimento devido às suas características arquitetônicas peculiares, sob o ponto de vista da segurança contra incêndio. Pelo fato de ser uma construção da década de 1950, muito anterior à existência de qualquer tipo de regulamentação contra incêndio no país, este edifício não possui saídas de emergência adequadas para uma ocupação hospitalar. Apesar de sua altura de 9 pavimentos acima do solo e de grandes áreas, o edifício possui apenas uma escada central, aberta, que interliga todos os pavimentos. Outras duas escadas, com largura inferior ao mínimo permitido para uso como escadas de uso coletivo, também abertas e localizadas nas extremidades opostas do edifício, interligam os pavimentos superiores, porém, terminam no 1° andar, não chegando ao pavimento térreo (vide Figura 1). A sinalização de emergência e a comunicação visual do edifício é precária. Todas estas condições pareciam ser propícias à consecução do experimento, considerando a possibilidade de os navegadores explorarem as três escadas como saídas de emergência e adotarem diferentes rotas de saída.

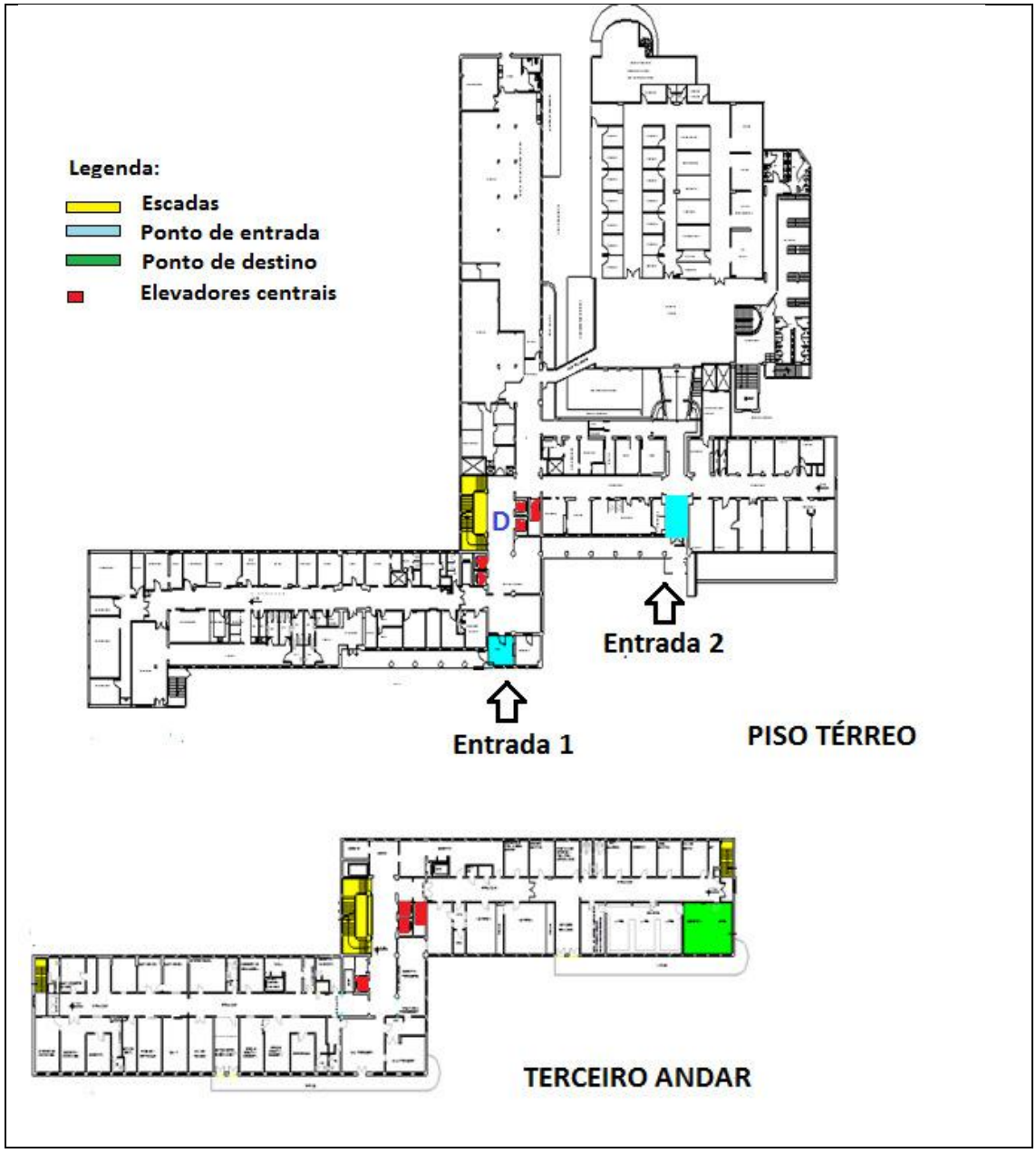
Apesar da ênfase do enunciado do experimento em procurar uma saída de emergência, a grande maioria dos voluntários preferiram sair pela mesma rota que realizaram ao adentrar o edifício, portanto, não distinguiram uma rota de saída normal de uma saída alternativa, de emergência. Assim, num próximo estudo é desejável que seja escolhido um edifício com maior complexidade arquitetônica, no que se refere à identificação das rotas de circulação comum e de emergência. Isto é, a seleção de edifícios com foco na avaliação da qualidade do projeto de saídas de emergência deve considerar projetos que as possuam, devidamente projetadas, mantidas e sinalizadas. O enunciado também deve ser alterado, para induzir o uso das rotas de saída de emergências, supondo o impedimento do uso da saída usual.

5.2 Indivíduos participantes da pesquisa

Um ponto importante para a pesquisa utilizando voluntários é a definição clara das instruções prévias para a navegação. Foi solicitado aos voluntários o relato verbal de suas ações durante todo o percurso, porém, em geral, eles verbalizaram muito pouco, trazendo limitações na hora da análise das imagens registradas. Dentre as razões da não verbalização estão a falta de costume em realizar tal atividade e também a preocupação em focar na parte da tarefa atribuída de encontrar um certo ponto desconhecido no edifício. A instrução recomendava que os navegadores não procurassem perguntar o caminho às pessoas presentes no ambiente e que isso fosse uma ação a ser adotada somente em último caso. Porém, alguns utilizaram esse recurso com certa frequência, prejudicando a avaliação sobre a sua leitura do espaço e orientabilidade.

A amostragem de indivíduos para este tipo de experimento deve ser maior para que se permita uma melhor análise dos seus resultados.

Figura 1 – Plantas do piso térreo e do terceiro andar do hospital



Além disso, faltou à pesquisa a elaboração de roteiros de entrevistas e questionários para os visitantes e pacientes que frequentam o local rotineiramente, para gerar maior diversidade de dados pela inclusão de opiniões de pessoas de diferentes faixas etárias, nível de escolaridade e limitações físicas à questão da orientabilidade.

5.3 Elaboração dos questionários

Após a compilação dos dados do questionário foi observado que algumas questões possuíam baixa relevância, pelo fato de não interferirem na cognição do espaço, segundo opinião dos participantes. Dentre os itens investigados como fatores que poderiam interferir na cognição e na

orientabilidade estavam ruído, iluminação e stress, que não foram apontados como de importância. Por outro lado, apesar dos respondentes confirmarem a importância e relevância da sinalização para o wayfinding, as análises de correlação sobre a utilidade das informações disponíveis demonstraram que estas não foram determinantes para a leitura do espaço e do nível de desempenho no experimento (ONO et al, 2015b).

Para maior eficácia de análise de orientabilidade, verificou-se que devem ser interpostas questões relativas ao espaço arquitetônico, pontos nodais, os marcos e demais questões que norteiem especificamente o projeto arquitetônico das saídas de emergência.

5.4 Filmagens

As filmagens gravadas com uma minicâmera presa à cabeça do navegador (Figura 2) na altura dos seus olhos foram úteis e facilitaram a análise das imagens captadas por que esta registrava inclusive os movimentos feitos com a cabeça.

Figura 2 – Minicâmera com acessório para prender à cabeça.



Por sua vez, com a câmera segura pela mão, junto à cabeça do navegador, a leitura das imagens ficou prejudicada, uma vez que nem sempre a câmera acompanhava o movimento da cabeça do navegador. Neste caso, não era possível saber exatamente a direção ou objeto que o navegador estava visualizando no seu percurso. Desta forma, observou-se a importância do uso de uma câmera cuja operação e transporte não dependa do observador / navegador, mas que esteja preso junto à altura de seus olhos.

5.5. Escolha dos pontos de partida e chegada

O experimento tinha dois pontos distintos de partida, no térreo, sendo que um deles dava diretamente no hall de distribuição central do edifício, onde se encontrava a escada central e vários elevadores, e o outro, era o acesso do ambulatório, de onde não era possível visualizar nenhum acesso às escadas ou elevadores (ver Figura 1). Além disso, foram definidos dois pontos diferentes para se atingir, dentro do edifício, respectivamente, no terceiro e quarto pavimentos. Os voluntários foram direcionados, alternadamente,

para um deles. A intenção era verificar se haveria variação no resultado do experimento entre os navegadores que foram direcionados para uma entrada mais complexa e encontrar um espaço de mais difícil identificação do que o outro. Os diferentes graus de dificuldade foram confirmados, porém a amostragem pequena (quantos) não permitiu tirar uma conclusão definitiva. A maioria dos navegadores procurou sair pelo mesmo ponto que adentrou o edifício (ONO et al, 2015a).

Verificou-se a necessidade de não aumentar o número de variáveis em experimentos, a fim de não gerar dados inconclusivos, principalmente quando há dificuldade de obter uma amostra significativa para a análise dos seus resultados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Há muitos estudos de orientabilidade realizados em ambientes internos e externos, assim como em ambientes virtuais, para situações cotidianas. No entanto, pouca literatura é encontrada quando o tema é a orientabilidade em situação de emergência. (KOBES et al, 2010; SIME, 2001). Mesmo assim, muitas das considerações válidas para situações cotidianas parecem ser relevantes e úteis para a compreensão do comportamento humano em situação de emergência.

A orientabilidade em edifícios complexos é frequentemente um desafio para os usuários sem familiaridade com o edifício (PASSINI, 1984; ARTHUR e PASSINI, 1992; LAWTON e KALLAI, 2002). Carlson et al (2010) dá um exemplo de um edifício famoso que abriga uma biblioteca onde os usuários têm dificuldade de navegar, apesar deste ser um dos seus principais critérios adotados no projeto. Os autores se concentram na discussão de três fatores que contribuem para que as pessoas se sintam perdidas dentro desse edifício: a estrutura espacial do edifício; os mapas cognitivos que os usuários constroem quando navegam no edifício e as estratégias e habilidades espaciais individuais dos usuários.

As estratégias de navegação são comumente classificadas em dois tipos, a saber: "estratégia com base nas rotas (route-based strategy)" e "estratégia com base nos levantamentos (survey-based strategy)" (HUND, HANEY e SEANOR, 2008; PAZZAGLIA e DEBENI, 2001; TAYLOR e TVERSKY, 1996).

Passini (1996) afirma que o mapa cognitivo é um tipo de representação espacial que requer um processo de estruturação mental, pois é composto por um certo número de vistas percebidas em diferentes pontos de um ambiente. Nesse sentido, uma pessoa não familiarizada com o ambiente tenderá a desenvolver mapas sequenciais (pela estratégia com base nas rotas) antes dos mapas com coordenadas (pela estratégia com base nos levantamentos), apesar de haver diferenças pessoais em relação a este aspecto. É possível que uma pessoa trocar de estratégia ao longo do processo de wayfinding, quando vai ganhando familiaridade com o ambiente em questão (LAWTON, 1996).

Para futuras pesquisas, verifica-se que a questão das estratégias de navegação individuais deve ser analisada previamente, por meio da aplicação de testes específicos a cada sujeito. Segundo Prestopnik e Roskos-Ewoldsen (2000), é difícil prever se uma pessoa tem facilidade de orientação espacial, pois muitos fatores, internos e externos, contribuem para definir esta habilidade. No entanto, há várias ferramentas que podem ser utilizadas para medir diferenças individuais de nível de familiaridade, senso de direção, tipo de estratégia de navegação, a influência de diferenças por gênero, dentre outras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela concessão da Bolsa de Produtividade em Pesquisa que viabilizou a presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

ARTHUR, P.; PASSINI, R. **Wayfinding – People, Signs, and Architecture**. New York: McGraw-Hill, 1992.

CARLSON, L.A., HOLSCHER, C., SHIPLEY, T.F., DALTON, R.C. Getting lost in buildings. Current directions. **Psychological Science**, 19 (5), 284-289, 2010.

ERICSSON, K.A.; SIMON, H.A. **Protocol analysis: Verbal reports as data**. Cambridge: MIT Press, 1993.

HOLSCHER, C.; MEILINGER, T.;VRACHLIOTIS, G.; BROSAMLE, M.;KNAUFF, M. A. C. Up the down staircase: Wayfinding strategies in multi-level buildings. **Journal of Environmental Psychology** 26 (2006), pg.184-199, Elsevier, 2006.

HUND, A.M., HANEY, K.H., SEANOR, B.D. The role of recipient perspective in giving and following wayfinding directions. **Applied Cognitive Psychology**, 22, 896-916, 2008.

KOBES, M., HESLOOT, I., VRIES, B., POST, J.G. Building safety and human behavior in fire: A literature review. **Fire Safety Journal**, 45, 1-11, 2010.

KUIPERS, B.J., **Modeling Spatial Knowledge**, Cognitive Sciences,2, 129-153, 1978
LAWTON, C.A. 1996. Strategies for indoor wayfinding: The role of orientation. **Journal of Environmental Psychology**, 16, p.137-145, 1996.

LAWTON, C.A., KALLAI, G. Gender differences in wayfinding strategies: Relationship to spatial ability and spatial anxiety. **Sex Roled**, 30, 765-779, 1994.

LYNCH, K. **Image of the city**. Cambridge: MIT Press, 1960.

ONO, R. O impacto do método de dimensionamento das saídas de emergência sobre o projeto arquitetônico de edifícios altos: uma análise crítica e proposta de aprimoramento. Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (tese de livre docência). São Paulo: Universidade de São Paulo, 2010.

ONO, R.; MOREIRA, K.B.R.; LEIVAS, T.P.; CAMINHO, G.L. A wayfinding experiment in a multiple-floor complex building focused in fire routes and fire exits. In INTERNATIONAL SYMPOSIUM HUMAN BEHAVIOUR IN FIRE, 6., 2015, Cambrigde. **Proceedings…** Cambridge: Interscience Communications, 2015b.

ONO, R.; MOREIRA, K.B.R.; LEIVAS, T.P.; CAMINHO, G.L. Instrumentos tridimensionais de avaliação de qualidade de projeto do ponto de vista das saídas de emergencia em edificações complexas. In ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais…** Porto Alegre: ANTAC, 2014.

ONO, R.; MOREIRA, K.B.R.; LEIVAS, T.P.; CAMINHO, G.L. The effectiveness of fire exits in complex buildings – a wayfinding experiment. IN INTERNACIONAL FIRE SAFETY SYMPOSIUM, 1., 2015, Coimbra. **Proceedings**…Coimbra: University of Coimbra, 2015a.

PASSINI, R. Wayfinding design: logic, application and some thoughts on universality. **Design Studies**, 17, p. 319-331, 1996.

PASSINI, R. **Wayfinding in Architecture**. New York: John Wiley and Sons, 1984.

PAUL, M. **Factors that influence ease of wayfinding in a hospital setting.** 2013. Dissertation – Faculty of the Graduate School at the University of Missouri-Columbia, Missouri, EUA.

PAZZAGLIA, F., DEBENNI, R. Strategies of processing spatial information in survey and landmark-centered individuals. **European Journal of Psychology**, 13, 493-508, 2001.

PRESTOPNIK, J.K., ROSKOS-EWOLDSEN, B. The relations among wayfinding strategy use, sense of direction, sex, familiarity, and wayfinding ability. **Journal of Environmental Psychology**, 20, 177-191, 2000.

SAIF, UH, **Complex Architectural Settings: An Investigation of Spatial And Cognitive Variables through Wayfinding Behavior**, Thesis presented to Georgia Institute of Technology, Georgia, 2001.

SIME, J.D. An occupant response shelter escape time (ORSET) model. **Safety Science**, 38, p. 109-125, 2001.

SIME, J.D. Movement towards the familiar: person and place affiliation in a fire entrapment setting. **Environment and Behavior**. Vol 17, no. 6, pp.692-724, 1985.

SIME, J.D. The concept of panic. In: Canter, D. (ed.) **Fire and Human Behaviour**, New York: John Wiley and Sons, 1980, pp. 63-81.

TAYLOR, H.A., TIVERSKY, B. Perspective in spatial descriptions. **Journal of Memory and Language**, 35, 371-391, 1996.

WEISMAN, J. Evaluating architectural legibility: Way-finding in the built environment. **Environment and Behavior**, 13, 189-204, 1981.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

CONTRIBUIÇÃO AO ESTUDO DO PROCESSO DE PROJETO DE INSTALAÇÕES[1]

PINHEIRO, Gabriela (1); ANDERY, Paulo (2)

(1) UFMG, e-mail: gabrielabecker.arq@gmail.com; (2) UFMG, e-mail: pauloandery@gmail.com

RESUMO

A demanda pela melhoria da qualidade das edificações e dos requisitos de desempenho faz crescer a importância dos projetos de engenharia nos empreendimentos imobiliários. Nesse sentido, o trabalho apresenta os resultados parciais de um projeto de pesquisa que estuda o processo de projeto de sistemas prediais, focando aspectos como critérios para seleção de projetistas, definição de escopo dos projetos, mecanismos de coordenação e integração entre as especialidades. Na primeira etapa do trabalho, que utiliza o método do caso, foram conduzidas entrevistas em escritórios de projeto e empresas construtoras, bem como analisadas outras fontes de evidências como documentos de projeto e projetos gráficos. Os dados foram tabulados e analisados. Aspectos relativos ao momento e escopo de contratação de projetos, parâmetros associados ao desempenho e sua relação com as demais disciplinas são apresentados e discutidos. Os resultados apontam que os projetos de sistemas prediais ainda não alcançaram uma posição de destaque no processo de projeto, mas percebe-se uma mudança na mentalidade quanto ao seu papel.

Palavras-chave: Projeto de sistemas prediais. Processo de projeto. Coordenação de projetos.

ABSTRACT

The necessity to improve the quality of the buildings and performance requirements makes engineering design critical to performance assurance of real estate projects. Therefore, the paper points out the preliminary results of a research project that studies the process of buildings systems design, focusing on the criteria for designers selection, scope definition, as well as coordination and integration mechanism. In the first stage of the research work, using the case study method, interviews were conducted in design offices and construction companies, and other evidence sources were analyzed, such as drawings and design documents. The data were tabulated and analyzed. The involvement of designers on design phases, design scope and contracting, as well as parameters associated with performance and their relationship with the other subjects are presented and discussed. The results outlines that the buildings systems design have not yet reached a prominent position in the design process, but it is possible to notice a change in mindset about their role.

***Keywords**: Buildings systems design. Design process. Design management.*

1 INTRODUÇÃO

As soluções de interfaces sempre foram uma questão projetual de grande

[1]PINHEIRO, Gabriela; ANDERY, Paulo. Contribuição ao estudo do processo de projeto de instalações. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

relevância no desenvolvimento dos empreendimentos. O avanço dessas soluções tem ampliado o conceito do processo de projeto. Juntamente a isso vem crescendo a importância dos projetos de engenharia. A separação entre o desenvolvimento do projeto de arquitetura, estrutura e sistemas prediais tende a ser cada vez menor na medida em que se começa a pensar o projeto de maneira interdisciplinar. Entretanto, o cenário atual não se encontra tão próximo desses novos conceitos. Ao mesmo tempo em que se encontram empresas utilizando sistemas de modelagem em três dimensões, existem empresas que ainda tratam tardiamente as interfaces de projetos contando apenas com a sobreposição de pranchas após os projetos já elaborados.

Em contrapartida, a pressão pela melhoria da qualidade das edificações é evidente por parte dos consumidores. A NBR 15575/2013 que visa definir requisitos comuns mínimos de desempenho auxilia no suporte jurídico do consumidor no que diz respeito à garantia do desempenho da edificação. Em razão disso, o processo de projeto passa a abranger não somente as fases projetuais, mas também incluir análises prévias do empreendimento, consultoria/contratação prévia de profissionais de diversas áreas, desenvolvimento da obra, análise de pós-ocupação e retroalimentação.

A racionalização da produção do empreendimento está diretamente relacionada à interdisciplinaridade das áreas dos projetos. Encontram-se poucos estudos sobre as dificuldades do processo de projeto de sistemas prediais e é dele que derivam as mais complexas interfaces de projetos. Compatibilizar e solucionar conexões entre os projetos de sistemas prediais e os demais demanda uma melhoria na definição do escopo de contratação bem como em sua coordenação. O caráter temporal e fragmentado dos contratos e das equipes de projeto carece de ser substituído por parcerias e alianças com contato prévio desde a concepção de projeto até a pós-ocupação para a retroalimentação de futuros empreendimentos.

Nesse contexto, o presente artigo concentra suas discussões nos resultados preliminares de um projeto de pesquisa que objetiva realizar um estudo exploratório sobre o processo de projeto de sistemas prediais com o foco na sua coordenação. É, dessa maneira, um recorte de todo o trabalho que aborda as relações de escopo e momento de contratação com a atuação dos projetistas frente ao cumprimento da Norma de Desempenho NBR 15575/2013.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Dado o amplo caráter dos temas tratados na pesquisa, concentrou-se o referencial teórico em questões associadas ao desempenho das edificações, que é discutido no presente trabalho, e nos mecanismos de coordenação de projetos em um ambiente de engenharia simultânea.

2.1 Desafios da Norma de Desempenho NBR 15575/2013

Para além da necessidade de melhoria de desempenho das edificações,

para qual a NBR 15.575 passa a ser uma referência, a mesma adquire valor de lei, em função do Código de Defesa do Consumidor.

A norma define as responsabilidades de cada agente envolvido e os parâmetros para regular o mercado e ações judiciais. Desse modo, toda a cadeia da construção civil deve reunir esforços para atender à Norma de Desempenho NBR 15575/2013. A norma reúne uma série de normas técnicas já existentes, criando algumas poucas regras a mais. O grande desafio passa a ser o fato de que tanto o incorporador, o projetista, o construtor, o fornecedor e o cliente/usuário final passam a ter obrigações e responsabilidades bem definidas pela norma.

Passa a ser responsabilidade formal do incorporador a identificação dos riscos previsíveis do empreendimento. Os projetistas têm a incumbência de especificar a vida útil do projeto (VUP) o que passa a ser algo muito mais trabalhoso, pois envolve todo um sistema de materiais e operações. Além disso, especificar materiais, produtos e processos que precisam atender aos requisitos mínimos de desempenho. Do ponto de vista do trabalho dos projetistas, estudos recentes apontam para o fato de que com freqüência não há uma qualificação suficiente por parte dos profissionais, nem o processo de projeto está estruturado para atender as demandas de desempenho (OKAMOTO e MELHADO, 2014).

Observa-se que a Norma de Desempenho 15575/2013 abrange todo o ciclo de vida da edificação, da concepção até o usuário final. Assim, será exigido maior conhecimento dos arquitetos, engenheiros de cálculo, paisagistas, arquitetos de interiores, engenheiros de sistemas prediais das características requeridas durante o processo de especificação, auxiliado pelas normas técnicas e informações específicas passadas pelos fornecedores.

2.2 Importância da Engenharia Simultânea

Segundo Fabrício e Melhado (2008), a Engenharia Simultânea é uma estratégia competitiva que visa o desenvolvimento simultâneo e integrado das disciplinas de projeto, considerando todo o ciclo de vida do empreendimento, o que eventualmente implicará na redução de tempo nas etapas de projeto. O processo de projetos de edifícios deve tomar como diretriz o tripé: Cultura dos agentes, Coordenação dos processos de projetos e a Tecnologia da Informação. Em relação às transformações culturais é preciso substituir a integração de contrato por relações de parcerias e confiança dos agentes. Essas parcerias podem contribuir em pontos chaves como o de dividir as responsabilidades e riscos do empreendimento. Uma boa alternativa é estabelecer essas parcerias desde a fase de concepção do projeto, permitindo aos parceiros que discutam antecipadamente as interfaces evitando problemas futuros.

A Engenharia Simultânea busca, assim, estabelecer um processo de projeto com agentes trabalhando de maneira integrada e simultânea, entendendo o que é caracterizado como valor para o empreendimento desde a fase de concepção e visando diminuir ou erradicar todas aquelas atividades que

não são agregadoras de valor considerando todo o ciclo de vida da edificação.

Segundo Shelbourn (2012), a Engenharia Simultânea e as soluções integradas de projeto estão intimamente ligadas ao conceito de colaboração. É fundamental que haja por parte dos agentes envolvidos uma visão compartilhada do empreendimento. Além disso, os agentes e as próprias empresas devem sofrer de uma mudança cultural que vise mudança nas ações para valorização dos projetos nas práticas de mercado.

2.3 Escopo de contratação de projetistas

O momento de contratação, bem como o escopo de contratação dos projetistas é bastante influente na qualidade da prestação do serviço de projeto. Porém, o que ainda se percebe atualmente, é que no início do projeto, o contratante e o contratado definem o escopo do projeto. Depois de definidos os *steakholders*, existe uma avaliação desse escopo. Com base no escopo e nos *steakholders*, define-se a matriz de responsabilidades de comunicação. Nesse sentido, os agentes que atuam diretamente no projeto somente atuarão no que lhe for estabelecido como sua função no escopo, ou seja, esse agente cumpre sua fatia do escopo no projeto e normalmente não participa mais. Somente receberá o feedback do projeto, se assim estiver definido na matriz de comunicação. As relações são de contrato.

Segundo Souza e Melhado (2003), a não ser que estejam contratados os serviços de visitas à obra, o projetista não o fará. Muitas incorporadoras não têm interesse de investir nada a mais que o necessário nas fases de projetos. Por esse motivo, diminuem os investimentos iniciais aguardando a comercialização de seus empreendimentos. À vista disso, adiam a contratação das demais especialidades de projeto, mesmo muitas vezes sabendo os riscos de perda na qualidade que isso pode gerar (FONTENELLE, 2002).

Objetiva-se entender esses processos em relação aos projetos elétricos, hidráulicos, de aquecimento de água, comunicação, proteção contra incêndio, sistemas de descargas atmosféricas, ar condicionado, automação, sonorização, luminotécnico. Para orientar a contratação dos projetistas, bem como analisar as fases de projeto, foram criados os Manuais de Escopo – Para Contratação de Projetos e Serviços para a Indústria Imobiliária sob coordenação geral do O Sindicato da Habitação (SECOVI/SP). Esses manuais representam uma importante base de informações dirigida à implantação de melhoria contínua da qualidade produtiva e de relações éticas entre as disciplinas da indústria imobiliária. Os Manuais de Escopo auxiliam o mercado na contratação dos projetistas uma vez que definem claramente as etapas de projeto do empreendimento imobiliário e quais os produtos que cada projetista deve apresentar na conclusão das mesmas.

3 METODOLOGIA

No presente trabalho utilizou-se método do caso. Este se desdobrará em

duas grandes etapas. A primeira etapa envolve um estudo exploratório de como se caracteriza o processo de projeto de sistemas prediais, utilizando como objeto de análise a cidade de Belo Horizonte. A segunda etapa analisará um estudo de caso de um empreendimento específico centralizando os esforços nos aspectos que dizem respeito ao processo de projeto de sistemas prediais. As discussões que serão apresentadas a seguir se restringem apenas aos resultados preliminares de um recorte da primeira etapa.

Serão abordados, portanto, os critérios de seleção dos projetistas de sistemas prediais, aspectos da qualidade do projeto e da qualidade da obra, todos associadas à Norma de Desempenho NBR 15575/2013 vigente. As fontes de evidência consultadas são entrevistas semiestruturadas para cada área de profissional, além de documentos, projetos, fotos, etc. consultados das empresas e dos especialistas entrevistados. As atividades da primeira etapa consistiram em:

- Definição dos critérios para seleção dos profissionais a serem entrevistados. Foram escolhidos quarto grupos de agentes. O grupo "A" é composto por arquitetos projetistas de empreendimentos, o grupo "C" é formado por coordenadores ou gerentes de projetos de construtoras-incorporadoras, do grupo "E" participam os engenheiros de obra que executam os projetos dos empreendimentos e, por último, o grupo "P" é integrado por projetistas de sistemas prediais;
- Elaboração de questionários semiestruturados por categoria de agentes;
- Seleção profissionais que se adequem ao perfil do entrevistado desejado;
- Definição de outras fontes de evidência nas empresas dos entrevistados: projetos, contratos, escopo dos contratos, atas de reunião de coordenação e compatibilização de projetos, dados de entrada e saída dos projetos, lista de levantamento de problemas de interface, problemas de obra dentre outros;
- Aplicação dos questionários para validação dos mesmos e realização de ajustes;
- Aplicação dos questionários em empresas e coleta de documentos;
- Análise e discussão.

4 RESULTADOS DISCUSSÃO

Após a elaboração e validação dos questionários, estes foram aplicados aos profissionais que correspondem ao perfil indicado. Os quadros a seguir representam uma tabulação dos principais aspectos das entrevistas realizadas. O objetivo é promover uma análise intra caso identificando os pontos que caracterizam o que se encontra hoje no mercado em relação ao processo de projeto de sistemas prediais.

O Quadro 1 estabelece o perfil das empresas dos entrevistados.

Os Quadros 2 a 4 abordam o tema da fase de contratação dos projetistas de sistemas prediais, por sua vez, os Quadros 5 a 7 se referem ao

conhecimento da NBR 15575/2013 e aos efeitos diretos que ela pode causar.

Quadro 1 – Perfil das empresas

ENTREVISTAS – PERFIL DAS EMPRESAS				
CÓD.	**Tempo de mercado**	**Especialidade**	**Número de funcionários**	**Ramo da Empresa**
A1	4 anos	Projetos arquitetônicos de edificações	4	Edifícios residências, comerciais e coorporativos
A2	6 anos	Projetos arquitetônicos de edificações	4	Edifícios residências, comerciais e coorporativos
C1	34 anos	Construção Civil e Incorporação	15000	Edifícios residências, comerciais e coorporativos
C2	58 anos	Construção Civil e Incorporação	800	Edifícios residências, comerciais e coorporativos
E1	47 anos	Construção Civil e Incorporação	278	Edifícios residências, comerciais e coorporativos
E2	21 anos	Construção Civil e Incorporação	150	Edifícios residências, comerciais e coorporativos
P1	1 ano	Projetos de sistemas hidráulicos	6	Edifícios residenciais
P2	23 anos	Projetos de sistemas prediais	15	Edifícios residências, comerciais e coorporativos

Fonte: Os autores

Quadro 2 – Contratação dos serviços de projetos de sistemas prediais I

ENTREVISTAS - CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS I				
CÓD.	**Quem faz a coordenação dos projetos de sistemas prediais**	**Quem contrata os projetos de sistemas prediais**	**Quando são contratados os projetos de sistemas prediais**	**Qual a etapa ideal de contratação dos projetos de sistemas prediais**
A1	Construtora	Construtora, mas tem autonomia de intervir	Após projeto básico	Após projeto básico
A2	Construtora	Construtora, mas tem autonomia de intervir	Após projeto legal	Consultorias em etapas de concepção
C1	Equipe específica + coordenador de projeto + gerente de projeto	Equipe específica + coordenador de projeto + gerente de projeto	Durante o projeto executivo com algumas consultas prévias	Durante o projeto executivo com algumas consultas prévias
C2	Consultor terceirizado + Setor de arquitetura	Setor de arquitetura	Consultoria antes da aprovação da prefeitura – contrato somente após a aprovação	Consultoria antes da aprovação da prefeitura – contrato somente após a aprovação
E1	Engenheiro Supervisor de Obras	Engenheiro Supervisor de Obras e Diretor da Construtora	Incêndio – preliminar; Demais- durante o projeto executivo	Incêndio – preliminar; Demais- durante o projeto executivo
E2	Gerente de projetos	Diretor de projetos	Após aprovação na prefeitura	Após aprovação na prefeitura
P1	Equipe de projetos da Construtora	Diretor da Construtora	Início da fundação	Estudo de viabilidade do empreendimento
P2	Equipe de projetos da Construtora	Diretor da Construtora	Entre projeto legal e projeto executivo, às vezes com consultorias prévias	Antes do projeto legal

Fonte: Os autores

Quadro 3 – Contratação dos serviços de projetos de sistemas prediais II

ENTREVISTAS - CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS II				
CÓD	**Quem define os prazos e custos dos projetos de sistemas prediais**	**Quem aprova os projetos de sistemas prediais**	**Consultoria de projetistas de sistemas prediais nas fases de concepção**	**Parcerias entre empresa contratada e empresa contratante**
A1	----------	Construtora	Somente Ar Condicionado	Não
A2	----------	Construtora	Não	Sim
C1	Gerente + Coordenador de projetos	Gerente + Coordenador de projetos	Áreas de elétrica, hidráulica e aquecimento de água	Sim
C2	Setor de arquitetura	Setor de arquitetura + Consultor terceirizado	Sim	Não
E1	Diretor da Construtora	Engenheiro Supervisor de obras e Diretor da Construtora	Somente Incêndio	Sim
E2	Diretor de projetos	Gerente de projetos	Não	Sim
P1	Construtora com anuência da empresa	Equipe de projetos + diretoria da construtora	Não	Sim
P2	Construtora com anuência da empresa	Diretoria da construtora	Recentemente existe	Sim

Fonte: Os autores

Quadro 4 – Entrevistas: Contratação dos serviços de projetos de sistemas prediais III

ENTREVISTAS - CONTRATAÇÃO DOS SERVIÇOS DE PROJETOS DE SISTEMAS PREDIAIS III				
CÓD.	**Interação com empresas projetistas de sistemas prediais**	**Interação com a empresa contratante**	**Interação com a empresa contratada**	**Interferência da empresa construtora na concepção dos projetos de arquitetura/ sistemas prediais**
A1	Média	Alta	----------	Alta
A2	Média	Alta	----------	Alta
C1	Alta	----------	Alta	Alta
C2	Alta	----------	Alta	Alta
E1	Alta	----------	Alta	Alta
E2	Sim	----------	Alta	Alta
P1	Não	Alta	----------	Alta
P2	Não	Alta	----------	Média

Fonte: Os autores

Percebe-se pela tabulação das entrevistas realizadas até o presente momento que as empresas construtoras, muitas vezes, incorporadoras reúnem a maior influência nos processos de projeto. São elas as maiores responsáveis pela contratação, definição de escopo, estabelecimento de prazos e custos. São essas empresas que concentram a coordenação de projetos, bem como a aprovação dos mesmos. A equipe das construtoras define a etapa de contratação de cada projetista, definem as parcerias com as empresas e atuam fortemente na concepção dos projetos de arquitetura e sistemas prediais.

A maioria dos projetistas não é contratada antes do projeto legal ser aprovado, entretanto, recentemente, já existe a procura por alguns projetistas complementares nas fases iniciais. Vale salientar que a empresa C1, há mais tempo no mercado e de grande porte, requisita algumas consultorias de profissionais das áreas de sistemas prediais ainda na fase de concepção. Ademais, a relação entre construtoras e projetistas foi considerada alta por todos os entrevistados. Entretanto, pode-se inferir que a maioria das construtoras, em seus mecanismos de coordenação de projetos, não promove a relação entre os projetistas das diversas áreas da maneira que se faz necessária.

Outro ponto a ser analisado é o fato de que ainda existem agentes das áreas da construção que discordam da necessidade de contratação e consultorias prévias ao desenvolvimento do projeto legal. Para esses profissionais, o fluxo de desenvolvimento do projeto não possui falhas nas etapas de contratação dos projetistas. Esse é o ponto que indica que a mentalidade dos profissionais está mudando, mas ainda não é completa.

Quadro 5 – Norma de Desempenho NBR15575 I

ENTREVISTAS – NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575 I					
CÓD	**Conhece a norma**	**A contratante exige o cumprimento da norma**	**Já foi exigido o cumprimento da norma por um cliente final**	**É premissa de projeto de sistemas prediais racionalizarem sistemas e materiais**	**Já aplicou a Norma de Desempenho em algum projeto**
A1	Sim	Não	Não	Sim	Não
A2	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim
C1	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
C2	Sim	Sim	Não	Não	Sim
E1	Não	NA	NA	NA	NA
E2	Sim	Sim	Não	Sim	Sim
P1	Sim	Não	Não	Sim	Sim
P2	Sim	Não	Sim	Sim	Sim

Fonte: Os autores

Quadro 6 – Entrevistas: Norma de Desempenho NBR15575 II

ENTREVISTAS – NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575 II					
CÓD	**Houve alteração no escopo de contratação**	**Houve aumento do tempo de desempenho dos projetos**		**Quem produz o Manual de Uso Operação e Manutenção**	**É feita a verificação do cumprimento da norma NBR 15575 dos projetos de sistemas prediais**
		ARQ.	**SISTEMAS**		
A1	NA	NA	----------	Construtora	----------
A2	Sim	Sim	----------	Construtora	----------
C1	Sim	Não	Não	Terceirizado	Não
C2	Sim	Não	Não	Terceirizado	Sim
E1	NA	----------	----------	Terceirizado	NA
E2	Sim	----------	----------	Terceirizado	Sim
P1	Não	----------	Um pouco	Construtora	Não
P2	Não	----------	Não	Construtora juntamente com o auxílio da empresa entrevistada	Sim

Fonte: Os autores

Quadro 7 – Entrevistas: Norma de Desempenho NBR15575 III

ENTREVISTAS – NORMA DE DESEMPENHO NBR 15575 III					
CÓD	**Dificuldades para encontrar informações técnicas para especificar materiais**	**Lista de materiais é correta quanto ao quantitativo e quanto às especificações (projetos de sist. prediais)**	**Os materiais especificados foram utilizados (sistemas prediais)**	**O cumprimento à NBR15575/2013 na elaboração do projeto arquitetônico facilita a realização dos projetos de sist. prediais**	**Existe diferença entre as obras que já cumprem a NBR 15575/2013**
A1	Alta	----------	----------	Sim	Sim
A2	Alta	----------	----------	Sim	Sim
C1	Média	Sim	Sim	Sim	Sim
C2	Não	Quantitativo – Não Especificação - Sim	Sim	Não	Sim
E1	----------	Não	Nem sempre	----------	NA
E2	Sim	Não	Sim	----------	Sim
P1	Hidráulica sim	Sim	Sim	Sim	Não presenciou
P2	Sist. Prediais Não Arquitetura Sim	Sim	Nem sempre	Sim	Não presenciou

Fonte: Os autores

Analogamente, nem todos os profissionais da área da construção mudaram sua mentalidade em relação ao processo de projeto dos empreendimentos, há aqueles que até hoje desconhecem a Norma de Desempenho NBR

15575/2013. Ainda há agentes que conhecem a norma que está em vigor desde 2013 e ainda não a aplicam formalmente em seus projetos. Ademais a exigência do cumprimento desta norma pela contratante e pelo cliente final ainda não é unânime.

Parece haver uma maior alteração no tempo do desenvolvimento de projeto de arquitetura que dos sistemas prediais. Conforme mencionado nas pesquisas de referência bibliográficas, a NBR 15575/2013 reúne diversas outras normas, muitas das quais os projetistas de sistemas prediais já buscavam seguir. Entretanto era pouco exigido dos profissionais de arquitetura que se pensasse na vida útil dos sistemas e materiais bem como seus coeficientes de desempenho. Em consequência de uma maior exigência dos agentes de projetos, o escopo de contratação desses sofreu alterações explicitando os novos requisitos de projeto.

Uma das grandes dificuldades do cumprimento da norma é referente ao fato de que os fornecedores, em sua maioria, ainda não oferecem manuais técnicos com as informações completas para auxiliar na especificação de materiais dos projetistas. Adicionalmente, os materiais que estão em conformidade com as normas apresentam, normalmente, custos mais onerosos o que acaba por provocar a equipe de compras das obras a não adquirirem determinado insumo especificado em projeto.

Não há dúvidas que atender à Norma de Desempenho NBR 15575/2013 gera projetos e produtos de melhor qualidade e não há dúvidas que, ao projeto arquitetônico atender à norma, o desenvolvimento dos projetos de sistemas prediais será facilitado.

5 CONCLUSÕES

A interdisciplinaridade e as contratações de aliança ainda são conceitos um pouco distantes da realidade de alguns segmentos do mercado. Por outro lado, a mudança de mentalidade das empresas e dos profissionais frente à melhoria da qualidade dos edifícios cresce a cada dia. Essa mudança pode ocorrer por três motivos, a própria consciência dos profissionais de melhoria, as novas exigências formais que a NBR 15575/2013 trouxe e a mudança do perfil dos clientes que passam a ser mais exigentes quanto ao produto que procuram adquirir.

É nesse cenário que a importância de solucionar as complexas interfaces de projeto recebe mais valor no processo de projeto. Assim, os projetos de sistemas prediais ganham força e vez nas discussões do processo de projeto do empreendimento como um todo. Todavia, os resultados da pesquisa apontam que os projetos de sistemas prediais ainda não alcançaram essa posição de destaque no processo de projeto, mas percebe-se uma mudança na mentalidade quanto ao seu papel. Caberá, cada vez mais, à coordenação de projetos a função de promover melhorias nessas demais áreas de projeto.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Código de Defesa do Consumidor - Lei n. 8078, de 11 de setembro de 1990. Dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. **Diário Oficial da União**. Brasília, DF, 11 set.1990. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8078.htm>. Acesso em: 03 abr. 2016.

FABRÍCIO, M.M. and S.B. Melhado. **Concurrent design**: a model for integrated product development. In: Emmitt, S.,M. Prins and A. Otter, Architectural Management: International Research & Practice. 1 ed., Wiley-Blackwell, Oxford. p. 119-134, 2008.

FONTENELLE, E. C. **Estudos de caso sobre a gestão do projeto em empresas de incorporação e construção**. São Paulo. 2002.

OKAMOTO, P. S.; MELHADO, S. B. A norma brasileira de desempenho e o processo de projeto de empreendimentos residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Alagoas. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2014.

SECOVI/SP. Manuais de Escopo – **Para contratação de projetos e serviços para a indústria imobiliária**. Disponível em <http://www.manuaisdeescopo.com.br>. Acesso em: 15 mar. 2016.

SHELBOURN, M. et al. Collaboration: keyconcepts. In: BOUCHLAGHEM, D. (Ed.): **Collaborative Work in Construction.** London: Spoon Press, 2012.

SOUZA, A. L. R.; MELHADO, S. B. **Preparação da execução de obras**. São Paulo: O Nome da Rosa, 2003.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DA SENSAÇÃO DE CONFORTO TÉRMICO DO USUÁRIO DE UMA HABITAÇÃO FAIXA 1 DO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA NA CIDADE DE PELOTAS-RS: ESTUDO DE CASO DO RESIDENCIAL JARDINS DO OBELISCO[1]

PINTO, Jones Vieira (1); SILVA, Antônio Cesar Silveira Baptista da (2); CUMERLATO, Vitória Borges da Fonseca (3)

(1) UFPel, e-mail: jonesvieirapinto@hotmail.com; (2) UFPel, e-mail: antoniocesar.sbs@gmail.com; (3) UFPel, e-mail: vitoriacumerlato@gmail.com

RESUMO

O Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) é um dos maiores programas governamentais de produção de Habitação de Interesse Social (HIS) do Brasil. Na sua Fase 2, até 2015, abrangia famílias com renda mensal de até cinco mil reais, divididas em três faixas de renda. Um empreendimento Faixa 1 – famílias com a menor renda – é estudado neste trabalho. Considerando que a maioria dos empreendimentos não está sendo construída com os cuidados necessários para proporcionar a seu usuário conforto térmico adequado, neste trabalho objetiva-se identificar como o usuário de uma HIS da Faixa 1 do PMCMV avalia sua moradia quanto às condições de conforto térmico, e quais as principais técnicas utilizadas por este para melhorar esta sensação de conforto. Integra pesquisa de mestrado de avaliação do PMCMV. Os resultados são parciais. Utiliza como materiais a bibliografia do PMCMV e o residencial estudado. Foram realizadas visitas técnicas no residencial, observações e aplicação de entrevistas. A maioria dos moradores aponta como agradável a sensação de conforto térmico no inverno, porém extremo desconforto no verão, abrandado pela utilização de ventiladores. Conclui-se pela urgência na proposição de uma moradia provedora de maior qualidade em termos de conforto térmico para as HIS.

Palavras-chave: Conforto térmico. Habitação de Interesse Social. Programa Minha Casa Minha Vida. Avaliação pós-ocupação.

ABSTRACT

The Programa Minha Casa Minha Vida - PMCMV (My House My Life Program) is one of the largest government Social Housing (SH) programs in Brazil. Phase 2 of the program in 2015 covered families with monthly income of up to five thousand reais, divided into three income groups. A Level 1 housing development project – destined to families with the lowest income – is focused in this study. Given the fact that most of these real estate developments are being built without the necessary steps to provide adequate thermal comfort for the user, this work aims to identify how Level 1 PMCMV SH users evaluate their dwellings as to the thermal comfort conditions being offered, as well as which steps have been taken to improve this sense of comfort. This study is part of a PMCMV research project, and shows partial results. Its material sources include PMCMV bibliography as well as the housing complex studied. Technical tours, observations and the application of interviews were performed. Most

[1] PINTO, J. V.; SILVA, A. C. S. B. da.; CUMERLATO, V. B. da F. Avaliação da sensação de conforto térmico do usuário de uma habitação Faixa 1 do Programa Minha Casa Minha Vida na cidade de Pelotas-RS – Estudo de caso do Residencial Jardins do Obelisco. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

residents reported an agreeable thermal comfort sense in the winter; however, they also referred to extreme discomfort in the summer, whose intensity was minimized by the use of fans. The results obtained confirmed the urgency in providing higher thermal comfort conditions to SH.

***Keywords**: Thermal confort. Social Housing. Minha Casa Minha Vida. Post-occupancy evaluation.*

1 INTRODUÇÃO

Historicamente, as gestões governamentais brasileiras buscaram através de diversos programas habitacionais a supressão do déficit habitacional. Segundo Cunha (2014), a provisão de habitação para baixa renda brasileira tem trazido consigo problemas e consequências ruins para as cidades. O autor afirma que no decorrer dos anos várias foram as políticas públicas caracterizadas por diversas estratégias e instrumentos próprios, que contaram com a participação de inúmeros agentes públicos ou privados.

Porém, a forma como esta busca pela diminuição do déficit ocorreu não é adequada, em termos de uma preocupação com o usuário e sua pós-ocupação. Pois é fato que existem variáveis mensuráveis a respeito de como o usuário se sente, em sua moradia, que muitas vezes são ignoradas pelos executores dos programas habitacionais sociais em seus projetos de empreendimentos.

Na maioria das vezes estes programas foram baseados em simples estratégias de oferta de grande número de moradias, relegando a um segundo plano os anseios do usuário final.

O PMCMV, por exemplo, conforme Cunha (2014), procura primeiramente atender a um interesse econômico de combate à crise internacional de 2008, aquecendo o ramo industrial da construção civil e visando prioritariamente a grande produção de unidades, atribuindo menos importância para a qualidade da habitação para o usuário e a cidade.

No que tange o conforto térmico da habitação produzida no PMCMV, Moreno (2013), em seu estudo de simulações de desempenho térmico de diversas tipologias de edificações da Faixa 1 do Programa, aponta que os níveis de eficiência destas tipologias, em geral, são baixos.

Ferreira (2014), também em uma análise de desempenho térmico de edificações do PMCMV em São Paulo, afirma que as habitações populares se padronizam por não receber a atenção devida na fase de projeto, culminando em características que depreciam seu próprio desempenho térmico adequado.

Dantas e Barbirato (2015), em estudo similar, afirmam que é importante a adequação das construções do PMCMV às condições climáticas da zona onde estes empreendimentos estão inseridos.

Nesta pesquisa, portanto, avaliar-se-á o nível de satisfação do usuário de uma moradia do PMCMV, em relação à sua habitação, em termos de conforto térmico, ponderando o desempenho de tal aspecto sob o ponto

de vista do usuário, além de identificar as medidas e estratégias adotadas pelo mesmo, quando deparado com situações de desconforto.

2 OBJETIVOS

Neste trabalho objetiva-se identificar como o usuário de uma HIS Faixa 1 do PMCMV avalia sua moradia quanto às condições de conforto térmico, inclusive em comparação com sua moradia anterior, além de verificar quais as medidas adotadas pelo mesmo para amenizar as possíveis situações de desconforto. Mais especificamente, objetiva-se verificar se o usuário avalia positiva ou negativamente sua moradia nas estações de verão e inverno, e como ele avaliava sua moradia anterior nas mesmas situações, buscando verificar se a mudança para uma HIS Faixa 1 do PMCMV foi positiva ou negativa quanto a estes aspectos. Também objetiva-se identificar quais as estratégias que o usuário utiliza para alcançar maior conforto térmico dentro de sua moradia, nas duas estações, e comparar com as estratégias citadas pelos usuários para as mesmas condições em sua moradia anterior, para um possível auxílio na formulação de novas propostas projetuais para HIS. Os objetivos aqui trabalhados servem tanto para identificar como o próprio usuário tem avaliado sua moradia – do PMCMV –, quanto para avaliar se em termos de conforto térmico essa moradia produzida de forma amplamente massiva em todo o Brasil está podendo contribuir ou não para a melhora da qualidade de vida da população de classe econômica inferior.

3 JUSTIFICATIVA E CONTEXTO GERAL DA PESQUISA

O trabalho se justifica à medida que o PMCMV avança na política habitacional brasileira, já sendo contabilizadas mais de 4,2 milhões de moradias construídas ou contratadas em pouco mais de sete anos (PORTAL BRASIL, 2016), ao mesmo tempo em que o déficit habitacional para populações de baixa renda ainda registra números muito altos, apesar desta grande produção – 8,83% dos domicílios brasileiros (NETO, FURTADO e KRAUSE, 2013). Ainda, em Pelotas, cidade onde se localiza o empreendimento estudo de caso, já se contrataram ou construíram 11.919 unidades, sendo 2.812 destas para a Faixa 1 do Programa – o que significa um número representativo de moradias para uma cidade com uma população estimada em pouco mais de 342 mil habitantes (IBGE, 2016). Porém, ao que algumas críticas já puderam identificar, como Dantas e Barbirato (2015), Batista, Peixoto, Cavalcante e Lima (2014) e Moreno (2013), o PMCMV está produzindo moradias desprovidas de boa qualidade, tanto em termos gerais, quanto em termos de conforto térmico.

Considerando-se que a maioria dos empreendimentos Faixa 1 do PMCMV é construída na forma de edifícios de cinco pavimentos, com características construtivas bastante similares ao estudo de caso deste trabalho, este artigo também se justifica por propor uma avaliação dos próprios moradores de uma tipologia edilícia utilizada em grande escala no PMCMV em território nacional. Em Pelotas, dos 10 empreendimentos construídos para a Faixa 1 do

PMCMV, oito possuem cinco pavimentos como o Jardins do Obelisco aqui apresentado – 74,68% das unidades da Faixa em Pelotas.

Este trabalho está em um contexto maior de pesquisa, em nível de mestrado em elaboração, que avalia a qualidade da habitação produzida pelo PMCMV na cidade de Pelotas, em termos de outros aspectos, como inserção urbana, mas que se apropria dos dados aqui expostos para uma apreciação à parte sobre a qualidade da moradia do PMCMV quanto ao conforto térmico de um de seus empreendimentos. Os resultados aqui expostos não são aprofundados pelos autores em demais estudos, porém podem contribuir para o aproveitamento das informações para uma nova pesquisa a ser realizada posteriormente.

4 METODOLOGIA

A pesquisa tem como estudo de caso o Residencial Jardins do Obelisco.

Desenvolve-se por uma Avaliação pós-ocupação (APO) com seus moradores, já que, conforme Fabrício e Ornstein (2010), o morador pode avaliar melhor do que ninguém se a sua nova moradia proporcionou ganhos ou não de qualidade a si mesmo.

Como materiais, além do próprio Residencial Jardins do Obelisco, é utilizada parte da bibliografia já constituída referente ao PMCMV.

Ressalta-se que apesar de haver a comparação entre a moradia atual e a anterior do usuário, somente a moradia atual foi conhecida pelos pesquisadores – empreendimento Jardins do Obelisco –, sendo que a moradia anterior foi apenas utilizada como modelo de comparação pelo próprio usuário, a partir de suas percepções.

Como métodos e técnicas efetuaram-se duas visitas técnicas no Jardins do Obelisco, onde foram feitas observações. Nessas duas visitas aplicaram-se entrevistas estruturadas em perguntas de múltiplas escolhas (com um total de 31 moradores de diferentes unidades habitacionais) e entrevistas semiestruturadas (com cinco destes moradores) através de amostras estratificadas das unidades do empreendimento. Tais entrevistas subsidiaram os dados trabalhados nas análises.

Para a elaboração das perguntas, não se utilizou uma referência bibliográfica específica, porém buscou-se o atendimento dos objetivos principais do trabalho, que são a comparação entre a moradia atual (PMCMV) e a moradia anterior do usuário e as estratégias de busca por maior conforto térmico deste usuário na moradia atual.

O método de entrevistas foi escolhido pelo fato de a população foco da APO possuir uma característica etária, econômica e educativa bastante peculiar, passível de pessoas de baixa renda, representadas por todas as idades, e em sua maioria com baixos graus de instrução, conforme orientam Reis e Lay (1995).

Após a aplicação das entrevistas, os dados resultantes foram tabulados no

software Excel, e após foram construídos gráficos neste mesmo *software,* para melhor visualização dos resultados e elaboração das conclusões.

4.1 Amostra das unidades habitacionais entrevistadas

Fez-se um recorte amostral de unidades para as entrevistas objetivando-se que estas unidades retratassem de maneira mais ampla o empreendimento como um todo.

Questionaram-se os moradores de todos os pavimentos do empreendimento, embasando-se na diversificação da amostra, considerando o que Vianna e Roméro (2002) relatam, ao afirmar que o problema de ventilação natural e insolação, por exemplo, aumenta à medida que se analisa os andares mais baixos de um empreendimento com estas características.

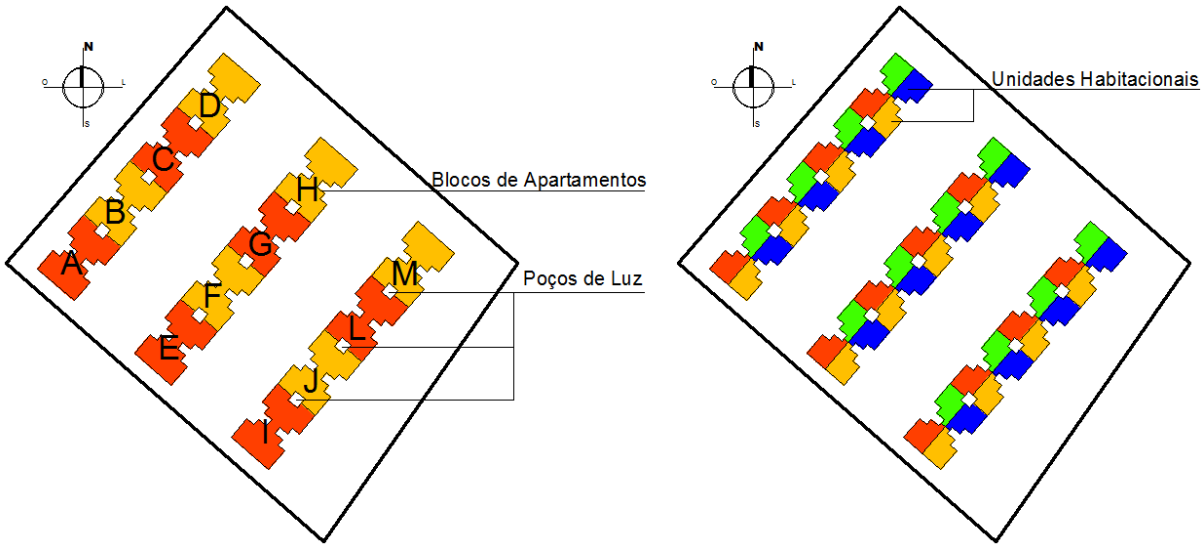
Como o empreendimento possui 12 blocos de apartamentos (dispostos em três fileiras de quatro blocos cada, com a mesma orientação – nordeste/sudoeste), foram selecionados apartamentos de todas as fileiras, inclusive alguns localizados nas pontas dos blocos.

A Figura 1 demonstra os 12 blocos de apartamentos, as unidades habitacionais e seus posicionamentos dentro do residencial.

Quanto à vegetação, verificou-se que no local de implantação, tanto interna quanto externamente, não há a presença de vegetação massiva que possa influenciar nas sensações de conforto térmico para o morador do empreendimento.

Conforme a classificação de Reis e Lay (1995), o tipo de amostra selecionada para esta pesquisa foi a estratificada, havendo uma divisão dos atores sociais em grupos, de acordo com certas características.

Figura 1 – Posicionamento dos blocos de apartamentos e das unidades habitacionais do Residencial Jardins do Obelisco



Fonte: Os autores

4.2 Estudo de caso: Residencial Jardins do Obelisco

O Residencial Jardins do Obelisco – Figura 2 – é um dos 10 empreendimentos Faixa 1 do PMCMV de Pelotas, foi construído na Fase 2 do Programa e possui 240 apartamentos, dispostos em 12 blocos com cinco pavimentos cada.

Figura 2 – Residencial Jardins do Obelisco



Fonte: Os autores

Construtivamente possui materiais que geralmente são aplicados em outras habitações da Faixa 1 do PMCMV – tijolo furado nas paredes e janelas sem dispositivos de sombreamento. Apresenta paredes simples (internas e externas), constituídas de tijolos furados posicionados em pé, com reboco em todas as suas faces, janelas de alumínio e vidro simples (quatro milímetros de espessura), sendo essas de correr, duas folhas, para salas de estar, dormitórios e cozinhas, e maxim-ar, também de alumínio e vidro simples, para os banheiros e escadas de acesso. A telha utilizada na cobertura é de fibrocimento (quatro milímetros de espessura).

Os apartamentos são compostos por sala de estar, cozinha, área de serviço, banheiro, circulação e dois dormitórios, possuem área privativa real de construção de 42,90m² e área útil (interna) de 37,01m². O posicionamento das moradias obedece às orientações solares noroeste e sudeste (120 unidades para cada face). Nas faces nordeste e sudoeste ficam as paredes de empenas, que são as faces menores de cada um dos três blocos de apartamentos.

Dentro do apartamento os dois dormitórios e a sala de estar se localizam voltados para a face externa do bloco (noroeste para as orientações dos apartamentos localizados na face noroeste, e sudeste para os apartamentos localizados na face sudeste), e a cozinha/área de serviço e o banheiro para a face interna do bloco, que é caracterizada por um poço de luz.

5 ANÁLISES

Elaboraram-se questionamentos que tinham como resposta uma escala ordinal, conforme a classificação de Reis e Lay (1995), a qual informa o dado de uma forma classificatória com uma ordem em relação a uma grandeza

relativa. Na maioria das perguntas aplicou-se uma escala de cinco pontos distintos, em uma variação de respostas que iam do "muito satisfeito/agradável" até "muito insatisfeito/desagradável". Quando não possível, a escala foi alterada, porém as opções pré-estabelecidas permaneceram em cinco intensidades distintas.

Foram nove perguntas aplicadas nas entrevistas estruturadas e seis nas entrevistas semiestruturadas. As perguntas não são aqui demonstradas por limitações de espaço, mas resumidamente afirma-se que se perguntou ao usuário como ele avaliava e quais eram suas estratégias para auferir maior conforto térmico em sua moradia atual e anterior, nas épocas de verão e inverno, e quais os ambientes por ele percebidos como os mais desconfortáveis termicamente na moradia atual, também no verão e inverno.

A avaliação das respostas foi aliada às impressões retiradas das observações e das visitas técnicas. Após efetuou-se uma abordagem não paramétrica através de testes descritivos de frequências, conforme Reis e Lay (1995) aconselham para as situações em que se trabalha com uma escala ordinal.

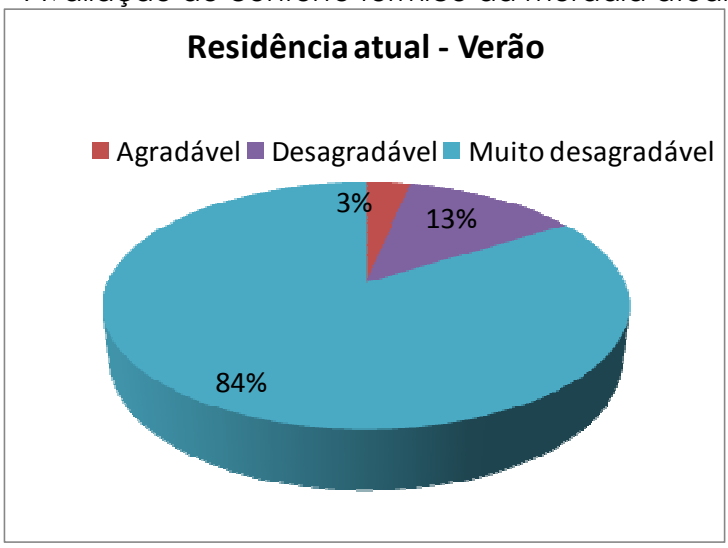
Como recomendam Vianna e Roméro (2002), conectaram-se as respostas dos entrevistados com as demais características peculiares às suas moradias, capazes de influenciar suas respostas, que são: orientação geográfica dos dormitórios e sala de estar, pavimento, principal material constituinte da moradia anterior e tempo de permanência rotineiramente na moradia atual.

6 RESULTADOS

São demonstrados os resultados das entrevistas.

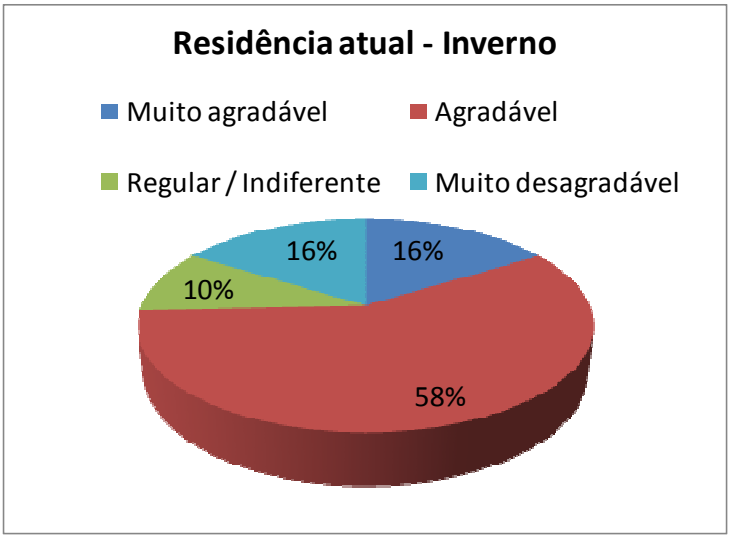
Quanto à avaliação dos entrevistados de sua moradia atual no verão e no inverno, em termos de conforto térmico, os Gráficos 1 e 2 trazem os resultados.

Gráfico 1 – Avaliação do conforto térmico da moradia atual no verão



Fonte: Os autores

Gráfico 2 – Avaliação do conforto térmico da moradia atual no inverno

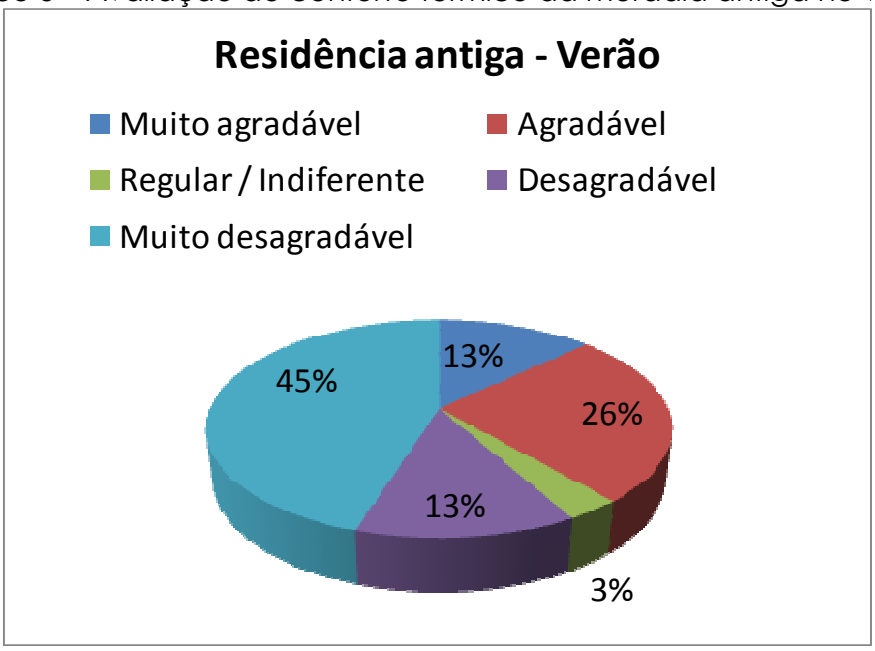


Fonte: Os autores

Observou-se que 84% da população entrevistada considera sua moradia atual "muito desagradável" termicamente no verão, ao passo que no inverno mais de 70% da população avaliou a moradia como "agradável" ou "muito agradável".

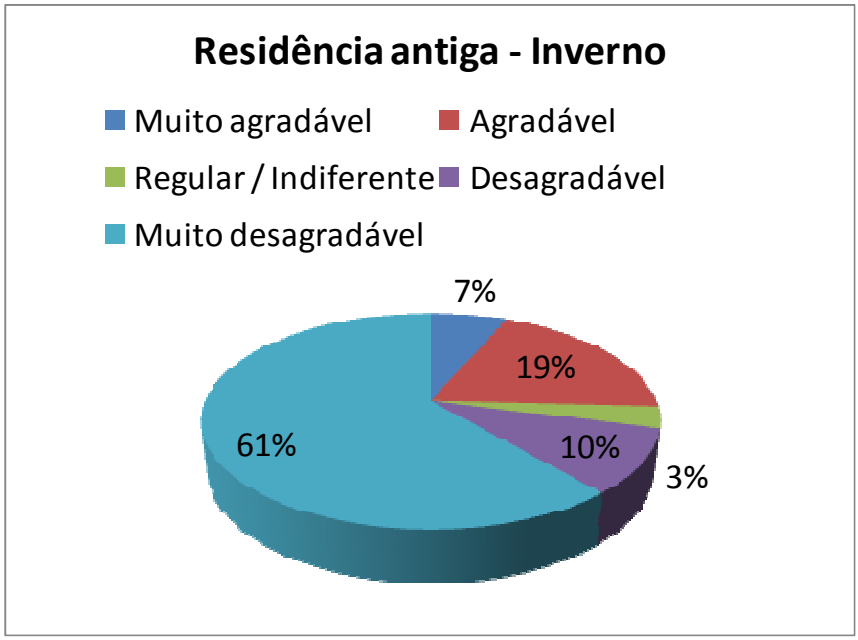
Quando se comparam estes dados com as avaliações dos usuários sobre suas antigas moradias, para verão e inverno – Gráficos 3 e 4 – percebe-se que, para o verão, muito desta caracterização se deve ao fato destes usuários avaliarem a mudança a partir dos seus pontos de referências – suas moradias anteriores –, pois 39% dos usuários classificaram suas antigas residências como "agradável" ou "muito agradável" no verão.

Gráfico 3 – Avaliação do conforto térmico da moradia antiga no verão



Fonte: Os autores

Gráfico 4 – Avaliação do conforto térmico da moradia antiga no inverno

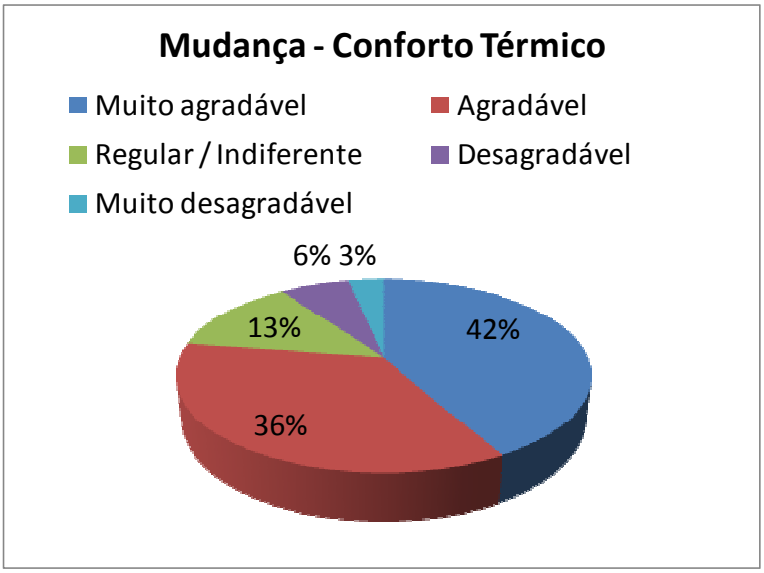


Fonte: Os autores

Para o inverno, a boa avaliação para a residência atual é embasada, provavelmente, em uma avaliação péssima da moradia anterior, pois mais de 70% da população apontou sua antiga casa como "muito desagradável" ou "desagradável".

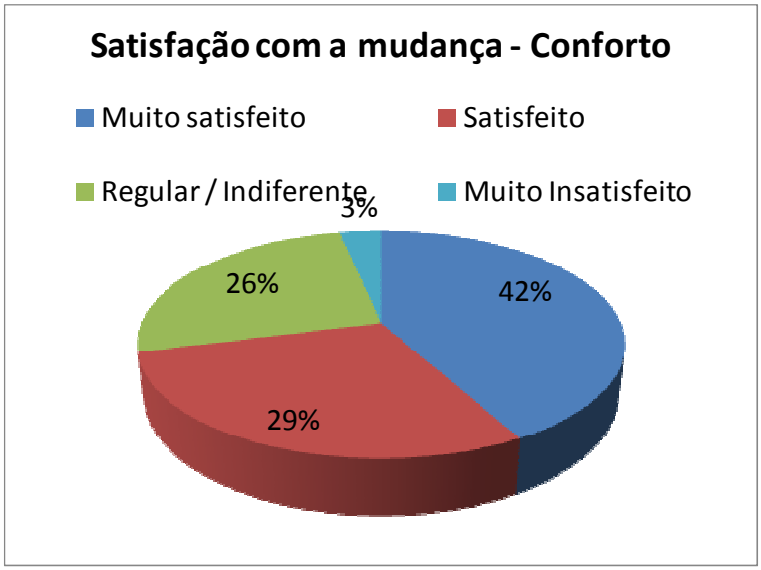
Quanto à satisfação com a mudança de moradia – Gráficos 5 e 6 –, a maioria dos entrevistados apontou que tal mudança é satisfatória, muito agradável ou agradável.

Gráfico 5 – Avaliação da mudança de moradia em relação ao conforto térmico



Fonte: Os autores

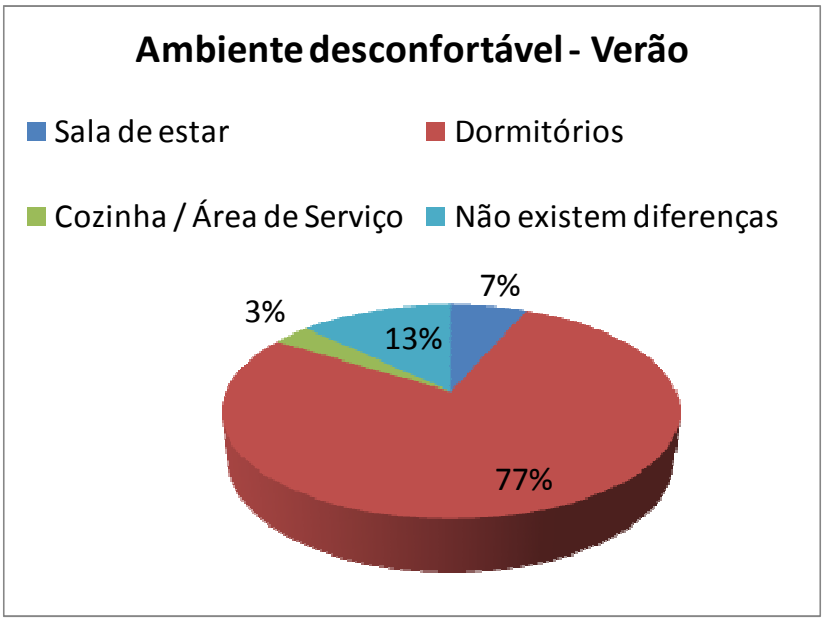
Gráfico 6 – Avaliação da satisfação da mudança de moradia em relação ao conforto térmico



Fonte: Os autores

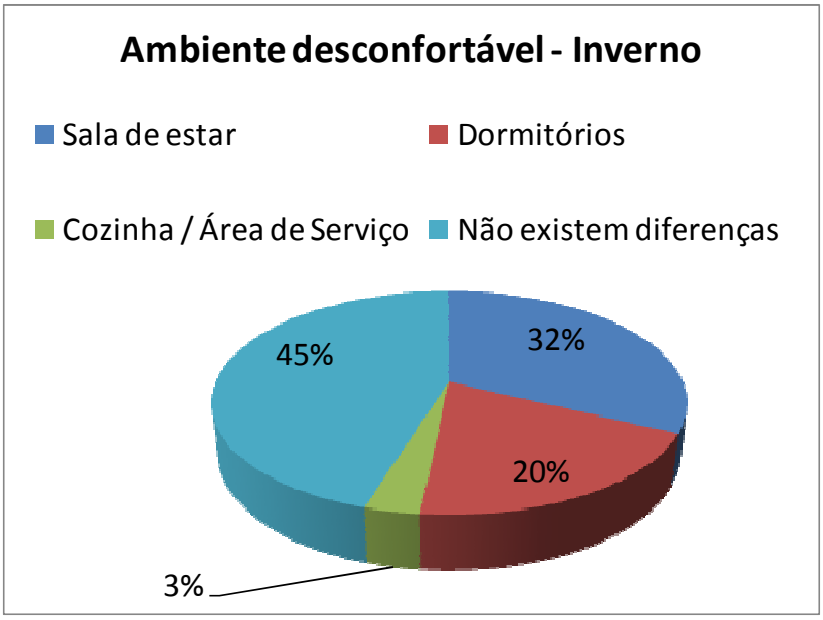
Os percentuais de cada ambiente em relação ao mais desconfortável para o verão e inverno são apresentados nos Gráficos 7 e 8.

Gráfico 7 – Ambiente mais desconfortável no verão



Fonte: Os autores

Gráfico 8 – Ambiente mais desconfortável no inverno



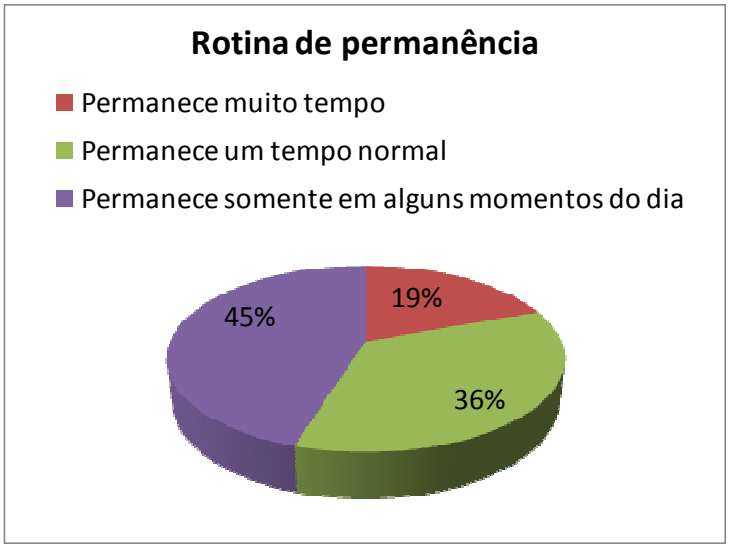
Fonte: Os autores

Os dormitórios foram apontados como os ambientes mais desconfortáveis no verão. Isto pode se dar pelo fato de que, independentemente do posicionamento dos dormitórios nos diferentes apartamentos, eles sempre estarão expostos à radiação solar, e ainda, as janelas dos mesmos não possuem qualquer dispositivo de sombreamento. As salas de estar também possuem a mesma orientação e janelas, mas não foram tão apontadas como desconfortáveis, provavelmente por estarem recuadas na fachada em relação aos dormitórios.

Para o inverno, o maior percentual de respondentes afirmou que não existem diferenças entre os ambientes, em termos de desconforto térmico, porém dentre aqueles que apontaram algum ambiente, o mais indicado foi o da sala de estar, inclusive com percentual maior que os dormitórios, provavelmente pelo fato de as salas de estar, no inverno, receberem menos incidência de radiação solar que os dormitórios.

Quanto à rotina de permanência dos usuários em suas residências – Gráfico 9 –, percebeu-se que mais da metade fica um tempo normal ou muito tempo dentro de sua moradia, e, portanto, sente os efeitos positivos e negativos que a mesma proporciona termicamente.

Gráfico 9 – Rotina de permanência do pesquisado em sua moradia



Fonte: Os autores

Os resultados das entrevistas semiestruturadas apontaram que a maioria dos entrevistados usa o ventilador como maior fonte de amenização do desconforto térmico no verão, enquanto que para o inverno, a totalidade respondeu que não se lembra de adotar estratégia alguma para as situações de desconforto, visto que a grande maioria das moradias não propicia esta situação.

Observou-se que apenas 15 dos 240 apartamentos possuíam aparelho condicionador de ar – 6,25%. Destes, os terceiro e quinto pavimentos representavam os andares com maior número de apartamentos com aparelhos instalados, sendo quatro em cada pavimento.

Quanto à antiga residência, a totalidade dos entrevistados apontou que sua antiga moradia era constituída de alvenaria de tijolos, e que a maioria destes também utilizava o ventilador como medida para enfrentar os desconfortos térmicos no verão.

7 CONCLUSÕES

Quanto à identificação de como o usuário de uma HIS da Faixa 1 do PMCMV avalia sua moradia quanto às condições de conforto térmico, há situações em que o usuário classifica sua residência como, no mínimo, termicamente agradável para as condições de inverno, mesmo que esta moradia seja construída sem as preocupações necessárias acerca das condições de provisão de conforto térmico ao usuário. Porém, para o verão a maioria dos usuários avalia sua moradia como muito desagradável.

Quanto à comparação do conforto térmico em relação à sua moradia anterior, conclui-se que a maioria dos entrevistados avalia que a troca de sua antiga residência para a atual foi positiva, pois na antiga as condições de conforto térmico eram igualmente ruins ou piores.

Quanto à verificação de quais medidas são tomadas pelo usuário para amenizar as possíveis situações de desconforto, verificou-se que a realidade da instalação de aparelhos condicionadores de ar ainda está distante, pois mais de 90% da população do empreendimento não possui tais equipamentos, e que a utilização do ventilador se caracteriza como a medida mais comum para a amenização do desconforto térmico no verão.

Portanto, de acordo com as análises, conclui-se que a troca da moradia anterior para a atual (promovida pelo PMCMV) não é totalmente benéfica ao usuário, em termos de conforto térmico, no empreendimento estudado. Aponta-se para a urgência de uma reformulação no modo como as habitações da Faixa 1 do PMCMV estão sendo produzidas, já que o estudo de caso é bastante similar à maioria dos empreendimentos Faixa 1 do PCMMV, e situações como as evidenciadas neste trabalho podem estar se repetindo em grande escala em outras localidades, dada a grande representatividade dos números do PMCMV. Acredita-se que é importante empregar maior zelo na questão do conforto térmico do usuário nas moradias produzidas por este Programa.

Espera-se contribuir para o melhoramento do processo de promoção de HIS, à medida que se procura entender um pouco melhor como o usuário avalia e enfrenta situações de desconforto térmico em sua moradia. Futuros trabalhos de pesquisa poderiam investigar se as situações de conforto e desconforto térmico identificadas neste empreendimento Faixa 1 do PMCMV de Pelotas se repetem em empreendimentos similares localizados em outras regiões brasileiras. Ainda, futuros trabalhos podem aprofundar a comparação entre a moradia atual e antiga do usuário, visitando, descrevendo e avaliando esta moradia antiga, com o intuito de verificar se as sensações de conforto e desconforto térmico apontadas por este refletem o que se pode verificar no local.

REFERÊNCIAS

BATISTA, J. O.; PEIXOTO, I. M. L.; CAVALCANTE, K. E. L; LIMA, I. M. de. Desempenho térmico de habitação multifamiliar do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió - AL. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15., 2014, Maceió. **Anais...**

CUNHA, G. R. da. **O Programa Minha Casa Minha Vida em São José do Rio Preto/SP**: Estado, Mercado, Planejamento Urbano e Habitação. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). Universidade de São Paulo, São Carlos, 2014. 362 p.

DANTAS, C.; BARBIRATO, G. Avaliação do desempenho térmico e conforto térmico dos usuários em empreendimentos residenciais horizontais do Programa Minha Casa Minha Vida em Maceió-AL. In: 15º ERGODESIGN USIHC, 2015, Recife. **Anais eletrônicos...** Recife: UFPE, 2015. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/designproceedings/15ergodesign/70-E037.pdf>. Acesso em: 07 jun. 2016.

FABRÍCIO, M. M.; ORNSTEIN, S. W. (Org.). **Qualidade no Projeto de Edifícios**. 1. Ed. São Carlos: RIMA / ANTAC, 2010. 261p.

FERREIRA, F. M. M. Panorama geral do desempenho térmico de edificações habitacionais construídas em diferentes empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida na região central do estado de São Paulo. In: 22º SIICUSP, 2014, São Paulo. **Anais eletrônicos...** São Paulo: USP, 2014. Disponível em: < https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=2500&numeroEdicao=22>. Acesso em: 09 jun. 2016.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Pelotas**. Disponível em: < http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?lang=&codmun=431440&search=rio-grande-do-sul|pelotas|infograficos:-informacoes-completas>. Acesso em: 04 maio 2016.

MORENO, A. C. R. **Minha Casa Minha Vida:** Análise de desempenho térmico pela NBR 15.220-3, NBR 15.575, Selo Casa Azul e RTQ-R. Dissertação (Mestrado em Arquitetura) – Escola de Arquitetura. Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013. 204 p.

NETO, V. C. L.; FURTADO, B. A.; KRAUSE, C. **Estimativas do Déficit Habitacional brasileiro (PNAD 2007-2012).** Brasília: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, 2013. 17 p.

PORTAL BRASIL. **Com nova fase, Minha Casa Minha Vida vai alcançar 4,6 milhões de casa construídas**. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2016/03/minha-casa-minha-vida-chega-a-3a-fase-com-2-milhoes-de-novas-moradias-ate-2018>. Acesso em: 02 maio 2016.

REIS, A. T.; LAY, M. C. D.; **As técnicas de APO como instrumento de análise ergonômica do ambiente construído**. In: III ENCONTRO NACIONAL E I ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ANTAC – GRUPO DE CONFORTO AMBIENTAL E CONSERVAÇÃO DE ENERGIA, 1995a, Gramado.

VIANNA, Nelson Solano; ROMÉRO, Marcelo de Andrade. Procedimentos Metodológicos para a avaliação pós-ocupação em conjuntos habitacionais de baixa renda com ênfase no conforto ambiental. **AMBIENTE CONSTRUÍDO**, Porto Alegre, RS, v. 2, n. 3. 2002. ISSN 1678-8621. Disponível em: <http://www.seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido/article/view/3427>. Acesso em: 11 mar. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

GESTÃO DE EQUIPES NO PROCESSO DE LEGALIZAÇÃO DE PROJETOS DE EDIFICAÇÕES UTILIZANDO A PLATAFORMA BIM[1]

SANTOS, Eduardo Ribeiro dos (1); DUARTE, Técia Maria Pereira (2); SALGADO, Mônica dos Santos (3)

(1) PROARQ/FAU/UFRJ, eduardo@d5cursos.com.br; (2) PROARQ/FAU/UFRJ, tecia@art5.arq.br; (3) PROARQ/FAU/UFRJ, monicassalgado@ufrj.br

RESUMO

A gestão da comunicação entre os profissionais que participam da equipe de projeto, está passando por um período de mudanças em função das possibilidades oferecidas pela Plataforma BIM (Building Information Modeling). A visualização simultânea de todas as disciplinas de forma integrada, com a possibilidade de detectar automaticamente as incompatibilidades, permite maior integração entre as decisões de projeto. Entre as etapas tradicionalmente reconhecidas como "gargalos" na gestão do processo de projeto, está a fase de aprovação pelos órgãos competentes (Prefeitura da Cidade, Corpo de Bombeiros, entre outros). Entende-se que a plataforma BIM oferece uma possibilidade ainda pouco explorada nesta etapa, relacionada à verificação automática das limitações impostas pela legislação. Entretanto, para aproveitar o máximo potencial oferecido pela plataforma, torna-se fundamental preparar a equipe para trabalhar proativamente. Nesse sentido, o objetivo da presente pesquisa foi identificar quais seriam as principais alterações a serem implementadas na gestão de equipes visando à melhor utilização da Plataforma BIM particularmente na etapa do desenvolvimento do projeto legal. Os resultados obtidos não são definitivos, uma vez que as empresas de projeto ainda estão iniciando o processo de mudança, mas revelam a necessidade de repensar as competências da equipe de projeto visando ao aproveitamento do potencial da plataforma.

Palavras-chave: Gestão de equipes. BIM. Processo de projeto.

ABSTRACT

The communication management among professionals involved on building design team, is passing to a period of changes, due the possibilities offered by BIM Platform (Building Information Modeling). The simultaneous display of all disciplines in an integrated manner, with the ability to automatically detect inconsistencies, allows greater integration between design decisions. Among the phases during design management process, the stage of approval by regulatory agencies(City Hall, Fire Department, etc.) is traditionally recognized as a "bottleneck" . It is understood that the BIM platform offers a possibility not explored at this stage, related to the automatic verification of limits imposed by law. However, to take advantage of the full potential offered by the platform, it is essential to prepare the team to work proactively. In this sense, the objective of this research was to identify what are the main changes to be implemented in team management aimed at better use of BIM platform, particularly in the stage of development of design for approval by regulatory agencies. The results are not definitive, since the project companies are also beginning the process of

1 SANTOS, Eduardo; DUARTE, Técia; SALGADO, Mônica. Gestão de equipes no processo de legalização de projetos de edificações utilizando a plataforma BIM. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

change, but they reveal the need to rethink the project team skills, aimed at harnessing the potential of the platform.

***Keywords**: Team management. BIM. Design process.*

1 INTRODUÇÃO

O setor de desenvolvimento de projetos de edificações vem sofrendo alterações significativas nos últimos 20 anos. Na década de 1990, o movimento pela implantação dos sistemas de gestão da qualidade nas empresas ligadas à indústria da construção civil levou os construtores ao reconhecimento da importância do projeto na redução de desperdícios e racionalização da construção.

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA) preparou em 1992 uma rotina básica para o desenvolvimento de projetos de arquitetura com o objetivo de estabelecer informação, subsídios, requisitos e procedimentos para cada fase ou etapa do processo de projeto visando à garantia da qualidade.

Cinco anos mais tarde, o Centro de Tecnologia de Construção (Centro de Tecnologia de Edificações), em parceria com o Sindicato da Indústria da Construção Civil de São Paulo (SINDUSCON-SP), preparou um "Programa de Gestão da Qualidade dos Projetos desenvolvimento para a Indústria da Construção ", que pretendia a implementação gradativa de melhorias no processo de projeto, através da compreensão do fluxo de atividades considerando a necessidade de desenvolver o planejamento estratégico das empresas de projeto (TZORZOPOULOS, 1999).

A AsBEA se debruçou novamente sobre o tema da gestão do processo de projeto, publicando, em 2006, uma série de manuais, cujo objetivo era estabelecer o âmbito dos serviços relacionados com o desenvolvimento e coordenação de projetos. Os temas tratados nestes documentos englobam desde a contratação de serviços, até o escopo das etapas dos projetos. O AsBEA não sugere qualquer modelo de gestão específico, mas chama a atenção para os problemas que as empresas devem considerar quando organizam o seu modo de operação. (AsBEA, 2006)

Em resposta às mudanças que passaram a ocorrer na gestão de projetos complexos, tem destaque o surgimento e adoção da Plataforma BIM - Building Information Modelling - pelas empresas de projeto. A modelagem digital possibilita um novo formato ao desenvolvimento dos projetos, onde os desenhos são extraídos de um modelo virtualmente construído, facilitando a identificação de incompatibilidades e agilizando o processo decisório em benefício das melhores alternativas.

Todo esse movimento evolutivo identificado na gestão do processo de projeto, entretanto, não foi acompanhado pela modernização das instituições que atuam na fiscalização, verificação e aprovação dos projetos. O processo de legalização ainda é um entrave no processo de projeto, gerando atrasos que poderiam ser mitigados se as tecnologias digitais fossem adotadas pelos órgãos competentes.

Entretanto, não se trata apenas de inserir a nova tecnologia nas instituições. O processo de modelagem BIM implica uma forma de trabalho que, para ser eficiente e alcançar os resultados positivos esperados, demanda a realização do trabalho de forma colaborativa.

Portanto, torna-se necessário rever os procedimentos usualmente adotados na gestão das pessoas no processo de projeto, de forma a identificar se há necessidade de mudanças, e quais seriam - particularmente considerando a adoção da tecnologia visando a fase de projeto de legalização.

2 IMPLANTAÇÃO DA PLATAFORMA BIM: desafios e alternativas

A necessidade de atender as novas exigências do mercado, incentivou o processo de mudança organizacional nos escritórios com o objetivo de manter a competitividade, oferecer melhores condições de trabalho e buscar processos mais eficientes. Segundo IBC (2015), essa mudança pode ser qualificada como incremental, transformacional, evolucionária e revolucionária, mas para o sucesso desta é necessário que profissionais estejam melhor capacitados nas ferramentas de desenvolvimento de projetos.

Conforme definido pelo NBIMS (2016) a plataforma BIM, (Building Information Modeling ou (Modelagem de Informação da Construção) permite a representação digital das características físicas e funcionais de uma edificação. Como tal, serve como um recurso de compartilhamento das informações, que permite a obtenção de dados sobre a construção, criando uma base de dados confiável para a tomada de decisões durante todo o ciclo de vida do empreendimento, desde a sua concepção. (NBIMS-US, 2016, tradução nossa).

Este fluxo de trabalho não é nenhuma novidade. Em 1975, Charles M. "Chuck" Eastman publicou no Jornal AIA - American Institute of Architects, um protótipo de trabalho apresentando o conceito do que conhecemos como BIM com o título de "Building Description System" onde descreve que todos os desenhos são frutos de elementos automáticos, como análises quantitativas, estimativas de custo e materiais. (Eastman, 2007)

Neste sentido, observa-se que o retrabalho, tanto na análise quanto na correção do projeto são reduzidas em quase 50%, fazendo com que o processo de aprovação seja mais rápido atendendo as necessidades da rápida urbanização, prevista no relatório emitido pelo Fórum Econômico Mundial (2016).

3 POSSIBILIDADES OFERECIDAS NA APROVAÇÃO DE PROJETOS

Atualmente observam-se algumas iniciativas visando à modernização do processo de legalização de projetos. A prefeitura da cidade de São Paulo, já tem recebido arquivos através do Sistema de Aprovação Eletrônica de Projetos com o objetivo de agilizar o processo de licenciamento de obras e garantir a transparência, diminuir a quantidade de papéis e otimizar o

sistemas de tramitação dos processos, responsáveis pelo atraso na análise e aprovação. Entretanto, o processo de análise em si é idêntico ao processo anterior - com a verificação de parâmetros ocorrendo a partir exclusivamente da análise visual pelo profissional.

O Governo do Estado de Santa Catarina associado ao Governo do Estado do Paraná desde 2014 vem estudando as possibilidades de análise dos projetos para licenciamento utilizando a plataforma BIM para que, até 2018, todos os projetos licitados e contratados sejam desenvolvidos em BIM (DEOLHONAILHA, 2015).

O Grupo de Trabalho BIM de Santa Catarina (GT-BIM-SC), encarregado pelos estudos e implementação de BIM utilizam atualmente a plataforma para análise de projetos de hospitais, com o objetivo de checar o cumprimento dos parâmetros exigidos pela RESOLUÇÃO RDC Nº. 50 da ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Ao utilizar o BIM na aprovação de projeto, os órgãos públicos passam a receber um documento muito melhor para análise. Nas palavras de Blanco (2016) para 80% dos usuários com grande experiência prática em BIM, a tecnologia reduz os erros e as omissões no acervo técnico (documentação) da construção. Na verificação da legislação, o profissional que analisa o projeto, o faz de maneira mais rápida e padronizada resultando em uma maior eficiência na execução do seu trabalho (NETO, 2015).

Softwares, como o Solibri Model Checker, permitem a verificação do cumprimento do código de construção e normas associadas (SOLIBRI, 2016). Através de regras configuradas é possível a verificação, por exemplo, da ventilação natural de um ambiente através do reconhecimento do seu uso e das esquadrias, avaliando se a área de ventilação projetada atende às exigências edilícias. Outro potencial é a criação de regras para verificação da acessibilidade bem como rotas de fuga do edifício.

É importante ressaltar que a interface das diversas legislações, normas e concessionárias, nos âmbitos federal, estadual e municipal, devido a inerente complexidade, demandará a atuação do técnico no processo de análise. Nestes casos, os softwares fazem a classificação da gravidade do evento, não possuindo, no entanto, capacidade de resolução.

4 ESTUDOS DE CASOS EM EMPRESAS DE PROJETO

Com o objetivo de identificar as mudanças na gestão de equipes a partir da adoção da Plataforma BIM, foram visitadas cinco empresas sediadas na cidade do Rio de Janeiro.

Os critérios para seleção das empresas foram:

- Empresas de arquitetura com até 50 colaboradores;
- Sediadas na cidade do Rio de Janeiro;
- Possuir expertise no desenvolvimento da etapa de projeto legal;
- Desenvolver projetos similares e com os mesmos parâmetros legais;

- Ter iniciado a implantação da plataforma BIM há pelo menos um ano.

O método da pesquisa foi a observação *in loco*, acompanhando o trabalho dos arquitetos e solicitando esclarecimentos, quando necessário. A ênfase dessa observação esteve no desenvolvimento da etapa de legalização dos projetos. A tabela 1, apresenta a caracterização das empresas, bem como os softwares utilizados e a abrangência da utilização.

Tabela 1 – Síntese dos resultados da pesquisa de campo

Empresas	**Empresa 1**	**Empresa 2**	**Empresa 3**	**Empresa 4**	**Empresa 5**
Tipo da empresa	Escritório de Arquitetura	Escritório de arquitetura	Escritório de Arquitetura	Escritório de arquitetura	Escritório de arquitetura
Nicho de atuação	Projetos residenciais comerciais e institucionais desde o estudo de viabilidade até o executivo	Projetos para o setor imobiliário desde o estudo de viabilidade até o executivo	Projetos residenciais e comerciais desde a concepção até o executivo	Projetos para o setor imobiliário desde o estudo de viabilidade até o executivo	Projetos para o setor imobiliário desde o estudo de viabilidade até o executivo
Início da implantação do BIM	2009	2010	2010 (retomada)	2014	2013
Softwares utilizados	Revit e SketchUp	Revit	Revit e SketchUp	ArchiCAD	ArchiCAD
Abrangência da utilização	Quando contratado ou for conveniente para o escritório	Quando o cliente solicita	Todos os projetos, em todas as etapas	90% dos clientes	Todos os clientes

Fonte: Os autores

Em complementação às informações registradas na Tabela 1, cabe acrescentar:

- A empresa 1 iniciou a implantação da Plataforma BIM a partir de um projeto desenvolvido em parceria com um escritório estrangeiro. Uma das dificuldades encontradas foi a compatibilização entre o tempo dedicado aos projetos em desenvolvimento utilizando a plataforma CAD e os novos na plataforma BIM. Quando "virar a chave"? Nos projetos ainda elaborados em CAD a modelagem é feita apenas para estudar alguns elementos (ex.: fachada).
- Os arquitetos das empresas 1 e 2 informaram que, os projetos desenvolvidos utilizando a plataforma BIM são mais bem resolvidos e atingem uma qualidade maior. Em contrapartida, torna-se necessário ter na equipe um profissional qualificado tanto nos conhecimentos relacionados à arquitetura quanto construção e também informática.
- A empresa 3 utiliza a Plataforma BIM, mas também trabalha com softwares como AutoCad e Photoshop. Da mesma forma, o "papel" e o desenho à mão ainda fazem parte do processo de projeto, especialmente nas etapas iniciais. No dia-a-dia do trabalho no escritório não se utiliza qualquer ferramenta digital para comunicação da equipe. É importante ressaltar que o processo BIM tem sido adotado apenas internamente uma vez que os projetistas das demais disciplinas não dominam a plataforma.
- No desenvolvimento do projeto Legal na empresa 4 antes da adoção da plataforma BIM, trabalhavam 2 coordenadores e 3 arquitetas. Após a

implantação do processo BIM, a equipe reduziu para 1 coordenador e 1 arquiteta. Alguns profissionais dessa empresa foram substituídos pois não se adequaram à nova tecnologia, sendo, portanto, a resistência às mudanças, um dos entraves para a implementação do BIM.

- Uma das vantagens observadas na empresa 5, de acordo com o arquiteto responsável, foi o aumento da produtividade no desenvolvimento dos projetos, pois para o que se produz com 2 arquitetos utilizando um software BIM seria necessário no mínimo 5 com um software CAD. Em contrapartida o processo de compatibilização ainda é feito no método tradicional pois os projetistas responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos complementares ainda não utilizam a plataforma.

4.1 Análise dos dados

A partir dos dados observados e com base no depoimento dos arquitetos das empresas, pôde-se constatar que na empresa 1 houve a percepção de que a concepção do projeto ganhou em qualidade a partir da adoção da Plataforma BIM. No desenvolvimento tradicional do projeto em 2D, utilizando a plataforma CAD, a definição de alguns elementos era postergada, perdendo-se com isso a unidade do projeto e propiciando a ocorrência de retrabalho e/ou novo processo de reaprovação. Com a modelagem, a visualização da edificação permitiu maior compreensão e facilidade e agilidade na definição de elementos outrora esquecidos. Um exemplo disso é a definição de fachadas secundárias que no modelo são facilmente estudadas.

Na etapa de projeto Legal houve uma redução de tempo do projeto, em especial na entrega final, onde a agilidade para emissão da documentação foi significativa, mesmo levando-se em conta o tempo global para o desenvolvimento do modelo.

Na percepção dos profissionais que atuam na empresa 2, a agilidade no processo de projeto utilizando a plataforma BIM foi percebida em todas as etapas e não somente na etapa do projeto legal. Mesmo considerando que os prazos normalmente praticados para a finalização dos projetos tenham sido equivalentes nas plataformas CAD e BIM, a equipe foi reduzida de um arquiteto e entre 2 a 3 estagiários para somente um arquiteto no desdobramento do processo com um todo.

Ao utilizar a plataforma BIM, a empresa 3 conseguiu um resultado diferenciado na formatação do produto final da etapa de projeto legal aproveitando a possibilidade de geração de visualizações em perspectiva do modelo, proporcionando maior entendimento global do projeto. No desenvolvimento tradicional com a plataforma CAD este recurso demandaria mais tempo e aumentaria os custos de produção do projeto.

Em relação as funcionalidades do software Revit, as maiores dificuldades enfrentadas pela equipe da empresa 3 foram adquirir confiança nos cálculos automáticos e a conexão de todas as informações pertinentes a

cada pavimento da edificação na formatação da planta de situação, conforme padrão do órgão licenciador.

A empresa 4 concluiu, através do seu sistema de controle de horas de trabalho, que os prazos para o desenvolvimento dos projetos utilizando a plataforma BIM permaneceram os mesmos dos elaborados na plataforma CAD, mas ressaltaram que houve um ganho de produtividade nas seguintes questões: emissão de um maior número de desenhos, informações mais completas e consistentes inseridas automaticamente e auxílio nas discussões projetuais definidoras do produto.

Segundo a empresa 4, no projeto legal elaborado na plataforma CAD, ocorrem muitas "mentiras" como por exemplo a edição de cotas e áreas. Mas com o uso do BIM, estão tentando quebrar este paradigma e fazer o modelo mais preciso, pois se ganha tempo na etapa de executivo, e em uma possível reaprovação do projeto.

A empresa 5 vê como maior benefício da utilização do BIM no projeto legal, a automação do cálculo das áreas e a utilização do modelo em audiências nos órgãos licenciadores, auxiliando o entendimento do projeto por parte dos analistas técnicos.

4.2 Treinamento das equipes para potencializar o uso da ferramenta

Com relação às estratégias que vem sendo adotadas pelas empresas visando à implantação da plataforma BIM, tem destaque o treinamento das equipes nas funcionalidades oferecidas pela Plataforma. Nesse particular, pode-se verificar que todas apresentaram diferentes estratégias.

Na empresa 1, alguns profissionais que tinham experiência de uso da plataforma BIM a partir de vivência no exterior, foram os precursores e disseminadores do processo dentro do escritório. O treinamento da equipe foi através de cursos internos coordenados por um destes profissionais. Um dos problemas pós-curso foi quanto à falta de projetos a serem desenvolvidos na nova plataforma, o que permitiria a consolidação na prática dos conhecimentos discutidos durante a formação.

Atualmente ainda existem profissionais na empresa 1 que trabalham apenas com CAD, mas a intenção da direção da empresa é que os profissionais dominem a realização de projetos nas duas plataformas. Ressaltaram que no início do processo de implantação foi difícil achar colaboradores (em especial estagiários) que tivessem experiência no uso da plataforma.

O treinamento inicial da empresa 2 foi realizado em 2010 com um consultor que desenvolveu um *template* - arquivo padrão de projeto, de acordo com as necessidades do escritório. Esse processo, no entanto, foi interrompido, pois a equipe do escritório ainda não conseguia identificar os benefícios na adoção da plataforma, e os clientes não exigiam que os projetos fossem desenvolvidos utilizando o BIM. Em 2015, após a exigência de um dos clientes, o processo de implantação foi retomado e realizaram treinamentos para os profissionais que não tinham o conhecimento da plataforma.

A empresa 3, após um primeiro momento de insucesso, retomou o processo de implantação da plataforma BIM em seus projetos sem qualquer tipo de orientação e treinamento. Instauraram o "caos" como diretriz inicial, e no decorrer da elaboração dos projetos foram modelando e mapeando o processo e realizando "workshops".

Estes "workshops" tinham como objetivo a divulgação e o compartilhamento das soluções e práticas, valorizando os acertos e discutindo os erros. Desta forma, as diretrizes de projeto e procedimentos foram (e continuam sendo) construídos por toda a equipe de forma colaborativa, sendo atualizados constantemente, através do aprendizado continuado. De acordo com os relatos, a equipe chegou à conclusão de que a implantação da Plataforma BIM possibilita a qualificação dos profissionais que se sentem motivados com o processo.

Ainda em relação a empresa 3, não houve renovação integral da equipe existente para a adoção do processo BIM. Apenas os membros que não sabiam utilizar os programas adotados e não se interessaram em aprender é que deixaram de colaborar com o escritório. Vale ressaltar que a equipe do escritório é muito jovem algumas pessoas nunca trabalharam em CAD.

Ainda na empresa 3, verificou-se que as equipes de trabalho estão divididas em 3 áreas: estudos, legal e executivo. Com a utilização do processo BIM, houve uma maior integração destas equipes que eram estanques e agora passaram a trabalhar num modelo único. Durante os primeiros anos da implantação, eram desenvolvidos modelos separados para as fases de projeto legal e executivo gerando duplicidade de informação, retrabalho e conflitos. A coordenação destas equipes é feita por um único profissional, existindo também a figura de um líder de qualidade dando amparo legal e técnico.

No treinamento da empresa 4, a equipe de projeto foi dividida em duas turmas. A primeira, com os arquitetos com mais experiências de projeto e com o poder de decisão maior (sócios e coordenadores) junto com alguns outros arquitetos. Em paralelo ao treinamento, preparou-se um *template* base para atender às etapas de Estudo Preliminar, Anteprojeto e Projeto legal. Ao final do treinamento da primeira equipe, iniciou-se um projeto piloto para a aprovação. Junto a isso, começou o treinamento da segunda equipe.

A empresa 5 fez o treinamento com o fabricante do software e um dos fatores que ajudou no uso do software foi a contratação de um profissional que já tinha o domínio das suas funcionalidades.

5 CONCLUSÕES

De forma geral os escritórios conseguiram avançar no uso da Plataforma BIM ao longo de quatro anos, em média, em especial no que se refere à compreensão sobre o processo e a necessidade de mudança de postura em relação à gestão do processo de projeto.

Da mesma forma que os processos tradicionais, observou-se nas empresas visitadas, a divisão da equipe de projeto de arquitetura por etapa de projeto, com a separação entre os profissionais que tratam das exigências legais e os que resolvem as questões de execução da obra. Nesse sentido, a única alteração identificada a partir da adoção do processo BIM foi em relação ao entrosamento destas equipes que antes só transferiam os desenhos de uma equipe à outra, e agora compartilham as informações a partir de um modelo único.

Algumas questões relevantes podem ser destacadas a partir dos casos estudados:

- falta domínio do processo proposto pela Plataforma, que ainda é interpretada por muitas empresas apenas como uma nova ferramenta de projeto (as empresas relacionam a plataforma apenas aos softwares de modelagem, ignorando inúmeras potencialidades);
- nenhuma das empresas visitadas adota o modelo de Projeto Integrado, ficando a utilização da Plataforma ainda restrita à disciplina de Arquitetura ou, no máximo, Arquitetura e Estrutura.
- a demanda por profissionais já habilitados para o uso da plataforma está sendo parcialmente atendida pelos profissionais mais jovens, estagiários e profissionais qualificados no exterior;
- resistência à adoção da nova tecnologia, pelos profissionais integrantes das equipes de trabalho;
- necessidade de uma formação mais completa do arquiteto no que diz respeito às questões técnicas.

Portanto, cabe ressaltar que, até a realização desta pesquisa, nenhum escritório havia adotado procedimentos automáticos de verificação de atendimento à legislação, não aproveitando, portanto, o potencial máximo da plataforma.

Finalmente, cabe destacar que, especificamente em relação ao treinamento das equipes, essencial para a implementação da plataforma BIM, pode-se concluir que cada empresa deverá avaliar qual estratégia deve adotar, conforme a organização do escritório. Várias foram as soluções adotadas: treinamento interativo, treinamento a partir da inclusão – na equipe de trabalho – de um coordenador com domínio na Plataforma e treinamento com a contratação de um consultor externo, que fica responsável pela implantação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo apoio à pesquisa (Bolsa de Produtividade) e à CAPES (bolsa de doutorado).

REFERÊNCIAS

BLANCO, MIRIAN. **Vantagens de negócio, Saiba o que as empresas têm a ganhar ao adotar a modelagem da construção para empreendimentos residenciais e comerciais**, 2011 Disponível em: <http://construcaomercado.pini.com.br/negocios-incorporacao-construcao/115/artigo283862-1.aspx>, acesso em 04 abr. 2016.

DEOLHONAILHA; **Plataforma BIM é tema de palestra nesta quinta-feira em faculdade de Palhoça**, 2015. Disponível em: <http://www.deolhonailha.com.br/florianopolis/noticias/plataforma-bim-e-tema-de-palestra-nesta-quinta-feira-em-faculdade-de-palhoca.html>, Acesso 21/06/2016

EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen; **Manual de BIM, Um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores**, Editora: BOOKMAN COMPANHIA ED, 483 p.

IBC; **Qual o conceito e os tipos de mudanças organizacionais**, Disponível em: http://www.ibccoaching.com.br/portal/rh-gestao-pessoas/qual-conceito-tipos-mudancas-organizacionais/, Acesso em 22/04/2016.

NBIMS-US, **NATIONAL BIM STANDARD-UNITED STATES**, Disponível em: https://www.nationalbimstandard.org/about, Acesso em 23/04/2016

NETO, Antonio Ivo de B. Mainardi; SANTOS, Eduardo Toledo, Verificação de regras em modelos BIM: um estudo de caso sobre projeto de arquitetura de estações metroviárias, VII Encontro de Tecnologia e Comunicação na Construção, Recife, 2015. **Anais**... ANTAC, 2015. p. 770-782

SOLIBRI - © 2016 SOLIBRI INC., A NEMETSCHEK COMPANY**. Descrição de funcionalidades**, disponível em: http://www.solibri.com/products/solibri-model-checker/, acesso em 23/06/2016.

TZORTZOPOULOS, Patricia. **Contribuições para o desenvolvimento de um modelo do processo de projeto de edificações em empresas construtoras incorporadoras de pequeno porte**. 1999. Dissertação (Mestrado em Engenharia) -o Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A SIMULAÇÃO COMO FERRAMENTA PARA A IDENTIFICAÇÃO DOS REQUISITOS DOS USUÁRIOS IDOSOS EM APARTAMENTOS[1]

RODRIGUES, Rodrigo (1); IMAI, César (2)

(1) UEL, e-mail: rodrigosrodrigues@hotmail.com; (2) UEL, e-mail: cesarimai@gmail.com

RESUMO

O crescimento da população idosa indica a necessidade de estudos sobre o meio espacial, seja a cidade, o bairro e principalmente a habitação. Paralelo a este fator, o intenso processo de verticalização nas cidades colabora para que, grande parte desta população, cada vez mais habite estes apartamentos. O presente artigo tem como objetivo verificar, através de um estudo piloto, a viabilidade do uso de um protótipo de simulação como ferramenta para identificar os principais requisitos em relação às necessidades e prioridades de usuários idosos em apartamentos. O protótipo utilizado na simulação é um modelo tridimensional físico com características que permitem a alteração do projeto pelo usuário. Foi elaborado um protocolo com procedimentos de aplicação da simulação que busca auxiliar na coleta das informações pretendidas. Os dados coletados permitiram identificar que os usuários idosos demandam apartamentos com aspectos mais focados nos espaços de descanso e na facilitação de suas atividades cotidianas, sendo que os valores culturais e estéticos também são importantes. Os resultados indicaram que o protótipo permite identificar aspectos de preferências pessoais, flexibilidade e adaptabilidade. A semelhança do modelo com a realidade incentiva à interação do usuário permitindo assim, extrair informações que outras ferramentas não são capazes de mostrar.

Palavras-chave: Modelo Tridimensional. Idosos. Apartamento.

ABSTRACT

The growth of the elderly population indicates the need for studies of space means, the city, the neighborhood and especially housing. Parallel to this factor, the intense process of vertical integration in cities contributes to that, much of this population, increasingly inhabit these apartments. This article aims to verify, through a pilot study, the feasibility of using a simulation prototype as a tool to identify the main requirements to the needs and priorities of older users in apartments. The prototype used in the simulation is a physical three-dimensional model with features that allow you to change the user project. a protocol with the simulation application procedures which seeks to assist in the collection of the required information has been prepared. The collected data have identified that older users demand apartments with more focused aspects in rest areas and facilitating their daily activities, and cultural and aesthetic values are also important. The results indicated that the prototype identifies aspects of personal preference, flexibility and adaptability. The similarity of the model with reality encourages the user interaction allowing extract information that other tools are not able to display.

***Keywords**: 3D model. Elderly. Apartament.*

[1] RODRIGUES, Rodrigo; IMAI, César. A simulação como ferramenta para a identificação dos requisitos dos usuários idosos no apartamento. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Este artigo pretende apresentar parte da pesquisa em desenvolvimento, intitulada A simulação como ferramenta para a verificação dos requisitos dos usuários idosos em apartamentos, cujo objetivo é identificar como a simulação possibilita auxiliar na identificação das demandas ou requisitos espaciais dos usuários idosos em projetos de apartamentos contemporâneos. O presente artigo pretende destacar os resultados referentes à aplicação de um estudo piloto e propor diretrizes para a pesquisa.

Tal análise está sendo fundamentada, principalmente por recomendações de Avaliação Pós-ocupação (APO) e Avaliação Pré-projeto (APP) sobre o ambiente construído e por meio da aplicação de uma simulação através do uso de um modelo tridimensional de um projeto de apartamento.

Com a intenção de se chegar a diretrizes importantes e norteadoras para o estudo piloto, reuniram-se recomendações da literatura que tratam de assuntos como APO e APP (Orstein e Romero, 1992) e (Voordt e Wegen, 2013), no que se refere a itens de qualidade do projeto a se incluir nas avaliações de ambientes construídos.

Também, foram observados os itens de uma pesquisa focada no acompanhamento do quotidiano de idosos (Wilmoth, Sliwinski e Moogle 2012), e por fim consulta à norma NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Todas estas informações, quando cruzadas, resultaram no Quadro 01, servindo de base para a condução do estudo piloto.

O envelhecimento é um fator presente na maioria das sociedades no mundo, principalmente nos países desenvolvidos e vem crescendo nos países subdesenvolvidos, como no caso do Brasil (FISCHER E FILHO, 2010). Paralelo a esta condição, vê-se nas cidades o processo de verticalização como solução recorrente ao crescimento da população e por consequência, o aumento das habitações coletivas.

De maneira geral, considera-se nesta pesquisa a hipótese de que a simulação através do uso do modelo tridimensional pode auxiliar na identificação dos requisitos ou demandas dos usuários idosos em apartamentos. Discute-se, portanto, como o estudo piloto pode contribuir para o ajuste da ferramenta de simulação em etapas posteriores da pesquisa.

Yin (2005) coloca que a preparação final para a coleta de dados é a realização de um estudo-piloto. O caso piloto pode ser escolhido por várias razões não relacionadas com os critérios usados para selecionar os casos finais. O estudo de caso piloto pode ser tão importante que se pode destinar mais recursos a essa fase da pesquisa do que a coleta de dados de qualquer caso verdadeiro. Ainda a conveniência, o acesso aos dados e a proximidade geográfica, podem ser os principais critérios na hora de selecionar os casos-piloto.

2 MATERIAIS E MÉTODO

A presente pesquisa utiliza instrumentos de simulação e verificação da opinião de usuários idosos sobre o ambiente residencial, notadamente de apartamentos. Foram feitas simulações com protótipo físico tridimensional e realizados questionamentos por meio de entrevistas durante o processo de simulação. Essas entrevistas foram realizadas com um roteiro de perguntas sobre a rotina de uso da habitação e da identificação das prioridades dos entrevistados em relação ao espaço da moradia por meio de cartões ilustrados com temas de acordo com requisitos identificados a seguir.

O Quadro 01 apresenta alguns requisitos dos usuários listados por (Orstein e Romero, 1992); (Voordt e Wegen, 2013), Essas recomendações foram adaptadas para os usuários idosos como um roteiro de verificação de suas necessidades. Todos os itens listados no quadro puderam ser simulados e seus resultados questionados aos participantes, incluindo os itens de atividades de autocuidados e convívio social, que foram respondidos através do uso de cartões. O uso da ferramenta de cartões foi uma maneira visual, encontrada para investigar um fenômeno que não poderia ser simulado através do modelo tridimensional.

A aplicação desse instrumento auxiliar tem por objetivo validar e complementar os resultados encontrados na simulação. Rheingantz et Al (2009), ressalta que os resultados da aplicação de um conjunto de instrumentos devem ser vistos como informações que se completam.

Quadro 01 – Requisitos e instrumentos pretendidos na simulação/estudo piloto.

GRUPO/ CLASSIFIC.	TEMA	REQUISITOS	COMO AVALIAR	INSTRUMENTO/ MÉTODO
VALOR DA EDIFICAÇÃO PARA O USUÁRIO (É FÁCIL DE USAR?)	**ACESSIB.**	Facilidade com que as pessoas entram e conseguem se deslocar. Fluxos de trabalho Possibilidades e condições de alcance. Percepção e entendimento para a utilização com segurança e autonomia dos espaços Espaço, mobiliário, equipamento e elementos.	Pelo que se vê no modelo, acha que é fácil ou difícil se deslocar dentro da habitação? Pelo que se vê no modelo, acha que é fácil ou difícil se deslocar dentro da habitação? Atividades diárias em equipamentos como cozinha/banheiro/serviço Pelo que se vê no modelo, acha que é seguro ou não a utilização dos espaços dentro da habitação? Atividades diárias nos espaços da habitação	Simulação no modelo e Questionamento ao usuário Simulação no modelo e Questionamento ao usuário Simulação com escala humana no modelo Questionamento ao usuário Simulação com escala humana no modelo
	EFICIÊNCIA	Edifício é eficiente quando serve ao seu uso previsto Eficiência Funcional: programa de necessidades eficiente, atividades previstas sejam abrigadas com eficácia e eficiência.	Proposta de leiaute pelo usuário/ você acha que os espaços atendem ou não as funções para que foram pensados?	Simulação no modelo e Questionamento ao usuário

	FLEXIB.	Flexibilização dos espaços e potencial para mudanças ou ampliações. Adequação do mobiliário fixo, móveis e equipamentos especiais. Relação entre área efetivamente ocupada e em uso e área eventualmente ociosa	Pelo que se vê no modelo, gostaria de futuramente fazer alguma mudança física ou ampliação em algum espaço? Através do leiaute proposto pelo usuário no modelo	Simulação no modelo Verificação no leiaute proposto pelo usuário no modelo
BEM ESTAR PSICO.	**ORIENT. ESPACIAL**	Formas gerais limpas e rotas de acesso fáceis de entender Unidades funcionais reconhecíveis Identidade individual das salas no que tange á função, ao projeto e a disposição (equipamentos, iluminação, escolha de cores e materiais) Diferenciação por meio de cores e materiais usados em pisos, paredes e tetos	Proposta de leiaute pelo usuário/utilização de tapetes/andadores/cadeira de rodas entre outros Escolha de revestimentos pelo usuário/ você acha que os revestimentos podem melhorar ou piorar a orientação espacial dentro da habitação ?	Simulação com escala humana no modelo e questionamento ao usuário Simulação no modelo e Questionamento ao usuário
AUXILIARES DE MOBILIDADE/ DIFICULDADE EM ATIVIDADES FÍSICAS		Bengala Cadeira de rodas Andador Levantar ou carregar um objetos Curvar-se Estender os braços sobre a cabeça Usar os dedos para agarrar	Proposta de leiaute pelo usuário/utilização de tapetes/andadores/cadeira de rodas entre outros Pelo que se vê no modelo, na execução das tarefas diárias, existe alguma dificuldade em relação : ?	Simulação no modelo e Questionamento ao usuário Questionamento ao usuário
ATIVIDADES DE AUTOCUIDADO ATIVIDADES SOCIAIS		Autocuidado Pessoal Preparação de refeições Tarefas domésticas Família e amigos Eventos Trabalho Lazer	Poderia nos classificar, em ordem de maior para menor dificuldade as seguintes atividades Poderia nos elencar, em ordem de maior a menor prioridade seguintes as atividades	Questionamento ao usuário idoso através de cartões
VÁRIOS	**SEGURANÇA**	Segurança ergonômica ou do usuário: probabilidade mínima de cair, ficar preso ou se ferir. Segurança contra acidentes pessoais. Espaço sem obstáculos para que a pessoa que utiliza cadeira de rodas possa manobrar, deslocar-se, aproximar-se e utilizar o mobiliário ou o elemento com autonomia e segurança. Recomenda-se evitar a utilização de padronagem na superfície do piso que possa causar sensação de insegurança (por exemplo, estampas que pelo contraste de cores possam causar a impressão de tridimensionalidade).	Através do leiaute proposto pelo usuário no modelo Proposta de leiaute pelo usuário/utilização de tapetes/andadores/cadeira de rodas entre outros Escolha de revestimentos pelo usuário/ você acha que os revestimentos podem causar sensação de insegurança ou segurança?	Simulação com escala humana no modelo e questionamento ao usuário Simulação no modelo e Questionamento ao usuário

Fonte: Os autores

Foram realizadas perguntas abertas (entrevista semi-estruturada) durante a simulação para que o entrevistado tivesse maior autonomia em expor sua opinião, com o objetivo de explorar as percepções dos usuários, sensações emocionais e sugestões. Também foram abordadas questões relacionadas a acessibilidade do usuário no apartamento através da simulação com o uso da escala humana e equipamentos auxiliares de mobilidade(cadeira de rodas e andador), confeccionados na escala 1:10, que foi escolhida por permitir uma relação de manipulação mais confortável para o usuário (Figuras 01 e 02).

Figura 01 – Auxiliares de mobilidade e mobiliário em escala 1:10



Fonte: Os autores

Figura 02 – Usuário utilizando a escala humana na simulação



Fonte: Os autores

Com a finalidade de definir o projeto para a aplicação da simulação, fez-se uma pesquisa via internet dos empreendimentos de construtoras locais, levantando plantas dos edifícios em lançamento, construção e recém-entregues com área útil entre 37,00m² (área mínima encontrada) á 91,00m² (área que abriga o programa de três dormitórios sendo uma suíte e o máximo em área para se representar com os módulos do modelo tridimensional utilizado). Ao total foram encontradas 69 tipos de plantas, a área útil média dos apartamentos é de 67,33m², onde a maioria apresenta 03 dormitórios sendo uma suíte (Figura 03).

Figura 03 – Plantas de alguns edifícios disponíveis pelo mercado imobiliário local.



Fonte – www.yticon.com.br (2015), organizados pelo autor.

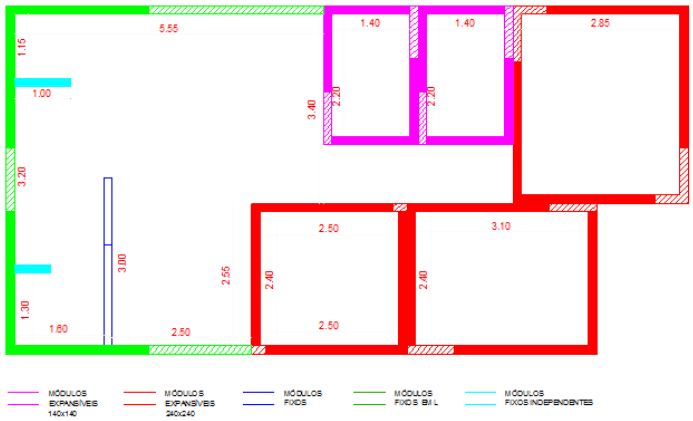
Então, se propõe uma planta com 70,63m² de área e configuração tripartida. Esta área foi definida por se tratar da área média encontrada nos projetos levantados, a configuração tripartida em três zonas e o programa de necessidades composto por cozinha e área de serviço integradas, sala de estar e jantar com varanda, dois dormitórios, banheiro e suíte,

representam grande parte dos modelos disponíveis no mercado local. Devido às restrições e características na execução do modelo, optou-se por não colocar a varanda na simulação.

Para se adequar aos módulos de paredes do modelo de simulação, a planta base sofreu alguns ajustes em suas dimensões (Figura 04). Os módulos de parede em vermelho são expansíveis em seu comprimento e largura e compõe o setor íntimo, os módulos de parede em verde e azuis são fixos e formam o setor social e de serviço, e o módulo de parede em rosa são expansíveis e constroem os banheiros.

A aplicação do estudo piloto aconteceu em um Centro de Convivência do Idoso, com diferentes usuários em diferentes períodos e com duração média de uma hora e vinte e cinco minutos, sendo realizadas seis simulações no total. A maior parte dos entrevistados foram mulheres, que possuem em média 74 anos. Todo o processo de simulação foi registrado por imagens, vídeo, áudio e anotações, sendo posteriormente tabulados e discutidos.

Figura 04 – Adaptação dos módulos do modelo tridimensional ao projeto



Fonte – Os autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta etapa do trabalho consistiu na leitura de dados levantados junto aos usuários idosos. Os dados das simulações foram interpretados e não serão apresentados de maneira quantitativa, uma vez que o objetivo da aplicação do estudo piloto é testar as possibilidades, analisar, qualificar, entender e ajustar a ferramenta simulação enquanto método para a aplicação final da pesquisa.

Através da montagem do modelo, foi possível coletar as preferências estéticas e percepções do grupo entrevistado sobre o projeto. Os mesmos opinaram sobre os revestimentos de piso e parede dos espaços, sobre o tamanho, modelo e posição das aberturas – portas e janelas. Os usuários justificam suas escolhas dizendo que é devido ao gosto estético e preferem cores claras, a maioria sem estampas. A justificativa, na maioria das vezes, é por ser uma preferência estética pessoal ou que o revestimento claro parece ampliar o espaço.

Quando questionados sobre a orientação espacial dentro da habitação, principalmente se as cores e padronagem dos revestimentos podem melhorar ou piorar a orientação dentro da habitação, o grupo consegue expor que a cor "*forte*" atrapalha e as cores "*suaves*" são melhores, porque "*descansam mais*" ou "*refletem mais luz*".

Na cozinha, os 06 usuários colocaram janelas sobre a área de trabalho, sendo que 04 optaram por janelas grandes com a justificativa de que é necessária mais iluminação e ventilação neste espaço. Os dormitórios, em 05 simulações, receberam janelas médias ou grandes. A área social, de acordo com 04 usuários, recebeu duas aberturas em paredes paralelas, a justificativa, é que esta opção beneficiaria o espaço com mais correntes de ar e iluminação em lugares diferentes.

Quando solicitados a posicionar as portas, houve questionamentos por parte dos usuários em relação à largura das mesmas. Pedidos de portas com larguras menores que as de 0,80 cm para os banheiros, e também ao contrário, pedidos de portas maiores de 0,90cm, para os banheiros. Alguns usuários se preocupavam com o sentido de abertura das portas e sua relação com o mobiliário sendo necessário verificar essa questão com um modelo de raio de giro das portas.

Ao serem convidados a iniciar a escolha do mobiliário por ordem de prioridade, os 06 entrevistados escolheram primeiramente itens relacionados ao dormitório principal (suíte), 05 dos usuários preferiram a cama de casal. Em relação ao segundo item, novamente o dormitório se destaca, desta vez, o guarda roupas de tamanho médio é o item que aparece na maior parte dos casos, seguidos da cama de solteiro.

O terceiro item, agora em menor proporção ainda é o guarda roupas, desta vez, em tamanho pequeno, seguido por cama de solteiro e criado mudo. O quarto item em iguais proporções são a cama de solteiro, cadeira avulsa, guarda roupas e móvel com televisor. O quinto item que aparece na escolha dos usuários idosos, em proporções iguais são beliche, máquina de lavar roupas, mesa para computador e novamente a cama.

Outro item que aparece em 05 simulações é o computador, 03 usuários preferem o *notebook*, que em todos os casos se localiza na área social, sobre a mesa. Outros 02 usuários preferem o uso do *computador pessoal,* que metade o coloca na área social e a outra metade o coloca na área íntima.

Itens como armários de cozinha, sofás e mesas de jantar aparecem com menos importância no *ranking* de prioridades. Outros itens como, fogão, bacias sanitárias, lavatórios e geladeira aparecem, na maioria dos casos, no final do *ranking* de prioridades. A TV não é um item que se destaca entre as prioridades dos idosos. Em relação aos equipamentos auxiliares de mobilidade, apenas 01 usuário selecionou a cadeira de rodas e previu um espaço dentro da habitação. Quando questionado sobre, disse que seria para o uso de alguém com dificuldade de locomoção.

O estudo piloto também permitiu coletar dados relacionados à acessibilidade dentro do apartamento. Com o uso de auxiliares de locomoção, os usuários puderam verificar a acessibilidade do leiaute dos espaços que eles criaram de acordo com as suas necessidades. Ao final, os entrevistados relataram sobre a percepção de segurança ao se deslocar dentro do espaço.

Outro questionamento aos usuários, após a finalização da simulação, se tratava das atividades desenvolvidas na habitação, de tal forma a identificar qual a escala de prioridades desses usuários em relação aos aspectos cotidianos relacionadas ao cuidado pessoal, tarefas domésticas e preparo de alimentos. O grupo, em ordem de maior para menor dificuldade, considera cuidado pessoal, seguido de preparo de alimentos e por fim tarefas domésticas. Sobre as atividades sociais, o grupo considera como prioridade a família, os amigos, o lazer e por fim, o trabalho.

Os questionamentos após as atividades foram essenciais para a contribuição do entrevistado em relação à atividade propostas. Algumas pessoas conseguem expor sua opinião durante a atividade, outras se posicionam apenas quando são questionadas.

Outro dado encontrado pela aplicação do estudo piloto é a contradição que os idosos apresentam entre o dizer e o fazer. Isto fica claro em boa parte dos resultados, mas principalmente quando se trata do uso de tapetes na habitação. É sabido por todos os malefícios deste hábito, porém, ainda assim, seu uso dentro da própria casa é frequente.

Outra questão que fica muito clara nos resultados, é a demanda por espaços focados no descanso. O dormitório e a cama aparecem como a maior preocupação dos usuários. Itens que compõe o mobiliário como geladeira e fogão ou itens básicos da própria estrutura do apartamento como a bacia sanitária e lavatório, são em boa parte coadjuvantes nas prioridades. De fato, um dos motivos para tal resultado possa ser a fase da vida a qual se encontram cujo foco não é mais a produção intensa, e sim a qualidade de vida buscada em atividades de lazer e no descanso.

Por fim, no Quadro 02 são apresentados e apontados os itens que foram coletados na simulação e as possíveis diretrizes para pesquisas futuras.

Quadro 02 – Resumo do Estudo Piloto: Resultados e Diretrizes

ITEM	O QUE FOI POSSÍVEL COLETAR	RESULTADO	DIRETRIZES PARA A PESQUISA FUTURA
MONTAGEM DO MODELO	Preferência pessoal em relação ao modelo das aberturas e suas características de qualidade ao espaço. Preferência pessoal em relação aos revestimentos.	A locação das aberturas, os usuários sentem dificuldades. Alguns acham necessário pensar no mobiliário antes ou ao mesmo tempo em que escolhem as aberturas. Descobriu-se a preferência estética de cada usuário e seus motivos.	Trazer o modelo com uma sugestão prévia de locação de aberturas, questionando o usuário sobre a satisfação ou não e possibilitar a substituição caso seja necessário. O fator tempo deve ser reduzido com o item

	Descobrir a prioridade de escolha do mobiliário dentro da habitação	Descobriu-se a preferência por mobiliário relacionado ao descanso e guardar. Os dois dormitórios que faziam parte do programa do projeto não fizeram parte da simulação de nenhum usuário.	acima. O que colabora para o conforto do entrevistado. Reduzi a quantidade de dormitórios no projeto aplicado ajudará no fator tempo, uma vez que os mesmos não fizeram parte da simulação dos usuários.
ACESSIBILIDADE	A relação de ocupação x circulação do espaço. A percepção do usuário sobre o dimensionamento e ocupação do espaço através do uso do mobiliário. A adaptabilidade do espaço e do usuário em relação ao uso de cadeira de rodas.	Os entrevistados puderam averiguar a consequência de suas escolhas, relacionadas ao mobiliário e as circulações e alterá-las.	Realizar a simulação com o boneco, a cadeira de rodas e o andador aumenta o tempo e cansa os entrevistados, como relatado. Diminuir ou pré-estabelecer a simulação em um espaço crítico, como cozinha ou banheiro.
EFICIÊNCIA	Opinião dos entrevistados em relação ao dimensionamento dos espaços. Entender o programa de necessidades para o público idoso.	Estar/Jantar (21,38m²), 04 dos usuários atende as necessidades. 02 usuários diminuiriam a sala, e 03 não aumentariam nem diminuiriam a sala. Dormitórios (6,00m² - 7,44m² e 9,26m²), 04 disseram que os dormitórios não atendem, deveriam ser aumentados. 01 entrevistado eliminaria um dormitório do projeto e aumentaria os outros dois. Cozinha com área de 5,12m², atende as funções (03), 02 usuários aumentariam este espaço. Para 04 usuários não é necessário aumentar nem diminuir a área da cozinha.	Informações úteis para definir a planta para a próxima simulação.
SEGURANÇA	A percepção do usuário sobre o dimensionamento e a ocupação do espaço Verificação do item acima com uso com andador ou cadeira de rodas.		

4 CONCLUSÕES

Com a conclusão do estudo piloto, pode-se perceber que o modelo físico tem a capacidade de envolver os usuários, principalmente os idosos por suas características que remetem a um aspecto lúdico. No contato com esta ferramenta os usuários conseguem expressar sentimentos e opiniões que dificilmente seriam identificados por outras ferramentas. Na manipulação do modelo em escala reduzida, é notório o sentimento de afeto das pessoas, principalmente dos idosos pela moradia. Acredita-se que a aplicação do estudo piloto pôde contribuir para os ajustes e a validação do que se propôs enquanto roteiro de captação de requisitos.

Quando se trata da simulação enquanto ferramenta, em relação ao tempo da atividade, notou-se que em mais de uma hora de aplicação os usuários se cansam e isso pode de algum modo interferir na qualidade dos resultados. A duração da aplicação da simulação, sem dúvida é um fator a ser ajustado.

É possível perceber que a utilização da escala humana e dos auxiliares de mobilidade são capazes de transportar e envolver o usuário ao modelo tridimensional e a atividade. Sem o uso destes elementos que permitem a interação direta do entrevistado com o modelo, possivelmente muitas perguntas não teriam respostas tão claras. Relacionado ao dimensionamento, quando os usuários simulam com os auxiliares de mobilidade, é perceptível por eles mesmos à necessidade de adaptações nos espaços. Isto deixa claro que levar o usuário a simular algo que nunca pensou o faz refletir sobre as possibilidades.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos- Elaboração. Rio de Janeiro, 2015.

FISCHER, M. A.; FILHO, I. G. **Desafios de Mobilidade Enfrentados por Idosos em seu Meio.** V Mostra de Pesquisa da Pós-Graduação – PUCRS, 2010 (pp. 698-712). Porto Alegre: PUCRS, 2010.

ORNSTEIN, S. **Avaliação Pós Ocupação (APO) do ambiente construído.** São Paulo: Studio Nobel: Editora da Universidade de São Paulo, 1992.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D. D.; QUEIROZ, M. **Observando a qualidade do lugar: Procedimentos para Avaliação Pós-ocupação.** Rio de Janeiro: ProArq/FAU/UFRJ, 2009.

VOORDT, T. J., & WEGEN, H. B. **Arquitetura sob o olhar do usuário programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações.** São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

WILMOTH, M. J.; SLIWINSKI, M.; MOGLE, J. **Uma sondagem via internet projetada para avaliar a vida diária dos idosos.** Sociologias, 120-144, 2012.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: Planejamento e Métodos.** Porto Alegre: Bookman, 2005.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

MAPEAMENTO DA COMPLEXIDADE DO PROCESSO DE PROJETO DE EDIFÍCIOS INTELIGENTES[1]

OLEVATE, Débora Souza (1); TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles (2); MELA, Débora (3) SANTOS, Denise Mônaco (4)

(1) UFV, de_borasouza@yahoo.com.br; (2) UFV, email: email: tmst83@hotmail.com; (3) UFV, email: debora_melaa@gmail.com; (4) UFV, email: denise.monaco@ufv.br

RESUMO

Os edifícios inteligentes são caracterizados pela inserção e complexidade tecnológicas impactando no seu processo projetual. Esta pesquisa visa investigar o processo de projeto dos edifícios inteligentes, caracterizando o processo e seu desenvolvimento. Este artigo faz parte de pesquisa de mestrado em andamento e apresenta resultados parciais. A metodologia inclui estudos de casos de edifícios concebidos com a abordagem de inteligência para mapear o processo de projeto e identificar tecnologias inseridas nos edifícios; e entrevistas com profissionais que participaram da concepção dos projetos e construção desses edifícios. Este artigo apresenta resultados parciais, focando no edifício estudado, Rochaverá Corporate Towers, identificando os profissionais e tecnologias de automação e inteligência predial, em conjunto com tecnologias sustentáveis que também adicionam complexidade no processo, uma vez que demandam novos profissionais, novos conhecimentos, pesquisas e compatibilizações. A contribuição esperada desta pesquisa, com os resultados finais, é um mapeamento do processo de projeto desses edifícios de alta complexidade que serão úteis para vários profissionais envolvidos no projeto e construção de edifícios inteligentes.

Palavras-chave: Edifícios inteligentes. Processo de Projeto. Projetos Complexos.

ABSTRACT

Intelligent buildings are characterized by the technological insertion and complexity that impacts it design process. This research aims to investigate the design process of intelligent building, featuring the process and its development. This article is part of an ongoing Master's research and presents partial results. The methodology is based on case studies of buildings designed with the intelligence approach, aiming to map the design process and to identify technologies embedded in buildings. Interviews with professionals who participated in the design and construction of these buildings were also part of the methodology. This article presents partial results, focusing on the study of the Rochaverá Corporate Towers Building, identifying the professionals and the automation and intelligent technologies, together with sustainable technologies that also add complexity in the process, since it requires new professionals, new knowledge, research and compatibilization. The expected contribution of this research with the end results is a mapping of the design process of these highly complex buildings that will be useful for various professionals involved in the design and construction of intelligent buildings.

[1] OLEVATE, Débora Souza; TIBÚRCIO, Túlio Márcio de Salles; MELA, Débora; SANTOS, Denise Mônaco. Mapeamento da Complexidade do Processo de Projeto de Edifícios Inteligentes. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16, 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.sa

***Keywords**: Intelligent buildings. Design Process. Complex projects.*

1 INTRODUÇÃO

O foco do presente trabalho são os edifícios inteligentes e seu processo de projeto, sendo usado como estudo de caso o Edifício Rochaverá Corporate Towers, em São Paulo.

De acordo com o *Intelligent Building Institute* - IBI, um edifício inteligente é aquele que oferece um ambiente favorável a maior produtividade e que seja economicamente racional. Os edifícios inteligentes apresentam um desempenho "ótimo" do ponto de vista dos seus proprietários, gestores e ocupantes, ajudando-os a atingir os seus objetivos sob as perspectivas de custo, conforto, segurança e flexibilidade, ao longo prazo e valor comercial (BAGATELLI, 2002). The European Intelligent Building Group (EIBG) define "o edifício inteligente como aquele que cria um ambiente que maximiza a eficácia dos ocupantes do edifício, enquanto permite que a gestão dos recursos seja eficiente com custos mínimos para o tempo de vida dos hardwares e das instalações" (NGUYEN e AIELLO, 2013, p. 245).

Barbosa (2006) argumenta que existe uma lacuna entre a evolução da tecnologia e a elaboração dos projetos dos edifícios e este é um problema vivenciado constantemente pelos empreendedores, construtores e demais partes interessadas no processo de projeto. Na maioria das vezes, o desenvolvimento do projeto já está avançado quando se resolve empregar determinadas tecnologias no edifício (produto). Para Melhado (1994), o projeto deve ser entendido como parte de um processo maior - o processo de construção, que leva à geração de produtos e é o responsável pelo desenvolvimento, organização, registro e pela transmissão das características físicas e tecnológicas específicas a serem consideradas na execução de um empreendimento.

O objetivo desta pesquisa é investigar o desenvolvimento do processo de projeto dos edifícios inteligentes, utilizando um edifício inteligente como objeto de estudo, elaborando uma análise do seu processo projetual. O edifício analisado será apresentado e caracterizado, para o melhor entendimento do seu processo de projeto, que será analisado através do resultado de entrevistas e esquemas gráficos desenvolvidos juntamente com profissionais participantes do seu projeto.

Os resultados parciais da pesquisa mostram que o processo projetual desse edifício inteligente inclui diversos profissionais. A inteligência e a automação prediais, juntamente com tecnologias sustentáveis, colaboram para aumentar a complexidade do processo de projeto, por demandarem um maior número de profissionais envolvidos, novos conhecimentos, pesquisas e projetos a serem compatibilizados. Pretende-se ao final chegar a um mapeamento completo do processo de projeto do Edifício Rochaverá, contendo todos os profissionais, etapas, tecnologias, prazos e as interações neste processo, colaborando assim para o entendimento e desenvolvimento dos projetos complexos e para o ensino e pesquisa nas escolas de

arquitetura e engenharia.

2 O PROCESSO DE PROJETO DOS EDIFÍCIOS INTELIGENTES

O projeto arquitetônico faz parte de um campo entre a ciência e a arte, permitindo múltiplas abordagens, tendo que responder a questões não perfeitamente definidas, de forma dinâmica e criativa. Para Fabrício (2002), o processo de projeto envolve as decisões e proposições para subsidiarem a criação e a produção de um empreendimento, desde o programa de necessidades até construção, o projeto *as built* e a avaliação do empreendimento pelo usuário.

O objetivo do desenvolvimento de um projeto arquitetônico se caracteriza pela criação da concepção de um produto, uma edificação, seguindo um programa de necessidades e a legislação pertinente, produzindo um resultado formal e estético agradável aos usuários. Sendo assim, o processo de projeto se caracteriza por diferentes etapas, abrangendo toda a demanda desta produção, desde a entrada de informações para o projeto, até a finalização da obra, se completando com a avaliação do empreendimento final e sua usabilidade.

> No modelo tradicional de projeto, cada profissional se sucede no processo de projeto, acrescentando sua contribuição particular ao todo. Entretanto, novos paradigmas de colaboração e informação apontam para uma abordagem multidisciplinar e participativa, na qual a concepção de artefatos surge de complexas interações entre equipes de especialidades que se entrelaçam em redes criativas (FABRÍCIO, 2008, citado por MARTINS, 2014, p.9).

Cada dia mais, o desenvolvimento do processo de projeto se torna interdisciplinar, alcançando uma maior qualidade quando desenvolvido por profissionais de outras especialidades juntamente com os arquitetos. No caso dos processos de projetos complexos, devido à inserção dos sistemas tecnológicos no edifício, entre outros fatores, torna-se necessária a participação destes profissionais especializados nas variáveis tecnologias a serem instaladas na edificação durante o processo do projeto.

Considerando a complexidade dos edifícios inteligentes, consequentemente, entende-se que o processo projetual desses edifícios é também mais complexo. Fabrício (2002) discute a complexidade dos empreendimentos afirmando que

> A sofisticação das demandas sociais e dos clientes, associada à ampliação dos conhecimentos tecnológicos disponíveis e a especialização dos profissionais tem implicado uma maior complexidade dos empreendimentos e o aumento das exigências quanto aos custos e prazos da construção, qualidade e manutenção do edifício, além da crescente preocupação com sustentabilidade dos processos construtivos e dos produtos gerados (FABRÍCIO, 2002, p. 127).

De acordo com Andery e Veiga (2013) existem vários tipos de erros, imprevistos e imprevisibilidades que acontecem diariamente durante a elaboração dos projetos. Tais problemas, oriundos do desenvolvimento

destes projetos, aparecem, principalmente, na fase de compatibilização dos mesmos, quando os serviços dos diferentes profissionais são sobrepostos e correlacionados. Para que estes problemas sejam evitados, a concepção dos projetos deve ser compartilhada entre diferentes profissionais, criando um ambiente colaborativo e participativo, favorecendo a qualidade do produto final.

Tendo como base as ideias expostas por Fabrício e Melhado (2002), a partir da compreensão de um problema inicial, as ideias e soluções projetuais vão sendo aprimoradas, originando um processo mental de projetos. O aprofundamento que vai surgindo ao longo do caminho evolui de forma que, na passagem de uma fase para outra, não se marcam rupturas no processo de projeto, trata-se de um processo de amadurecimento contínuo.

> Como aspecto de destaque, os empreendimentos complexos são caracterizados por multiplicidade de variáveis. Poucas variáveis, ainda que dependentes entre si, possivelmente não conferem complexidade aos projetos. Essa multiplicidade está associada a outros dois aspectos: interação entre as variáveis e imprevisibilidade quanto a seu comportamento. Essa imprevisibilidade pode dizer respeito ao papel e responsabilidade dos agentes, ao peso ou nível de influência de cada variável, que pode mudar ao longo do desenvolvimento do projeto, ou à dificuldade de serem definidos e aplicados padrões aos processos de construção e gerenciamento. Configura-se, portanto, uma dependência dinâmica entre as variáveis (ANDERY; VEIGA, 2013, p. 2).

Baseado no exposto por Barbosa (2006), para nortear o projeto de uma edificação inteligente, um exemplo de projeto complexo, se faz necessário um novo modelo: onde todos os envolvidos durante o processo de projeto participem desde o início do seu desenvolvimento, originando uma concepção partilhada e descentralizada, onde as decisões são tomadas com o consenso de diferentes profissionais, favorecendo a integração do conhecimento e proporcionando maior flexibilidade ao processo e ao produto final. Isso garante a excelência do projeto, conforme argumenta Melhado (2001).

> A excelência do projeto de um empreendimento passa pela excelência do processo de cooperação entre seus agentes, que, na qualidade de parceiros submetem seus interesses individuais a uma confrontação organizada (MELHADO, 2001, p.70)

O processo de projeto complexo caracteriza uma forma de desenvolvimento do projeto, onde vários profissionais são envolvidos de forma colaborativa, fazendo com que a concepção seja desenvolvida em conjunto e as demais fases do processo sejam diluídas e integradas. Os participantes do processo iniciam seus trabalhos desde a entrada de informações e estudos de viabilidade, acompanhando todo o andamento da obra e a trajetória do empreendimento, mesmo depois de concluído, afirmando, ao produto final, o edifício, maior qualidade arquitetônica, favorecendo sua vida útil e garantindo sua valorização.

3 O CASO ROCHAVERÁ

Comparando-se conceitos expostos por Bagatelli (2002), Clements-Croome et al. (2006), Pádua (2006) e Moghaddam (2012), observa-se que o termo "edifício inteligente" vem sendo complementado, atendendo, cada dia mais, as necessidades dos usuários, a eficiência e economia da edificação, utilizando a tecnologia a favor do meio ambiente, demandando cada vez menos operadores para manusear os sistemas. São estas as características adotadas para este trabalho, tratando o edifício inteligente como uma edificação completa, flexível e adaptável a características, tecnologias e princípios a serem utilizados no futuro, onde tal conceito é inserido desde a fase projetual, prevendo a utilização das tecnologias operacionais estudadas desde a sua concepção arquitetônica.

O Rochaverá Corporate Towers, projetado por Aflalo e Gasperine Arquitetos (Figura 01), encaixa-se nesta tipologia de edifícios inteligentes, atendendo as características citadas acima sendo selecionado como o objeto de estudo desta pesquisa. O edifício está localizado na Marginal Pinheiros, em São Paulo, tendo seu projeto iniciado em 2000 e a obra foi concluída em 2012, possuindo uma área construída de 233.700 m².

Figura 01 - Edifício Rochaverá Corporate Towers



Fonte: http://www.skyscrapercity.com/showthread.php?t=11

Segundo Versolato (2010), o conjunto abriga escritórios de várias companhias internacionais, sendo visto como um marco de sustentabilidade no Brasil por ser o primeiro edifício a conseguir a Certificação LEED na categoria Gold. Dotado de recursos e técnicas para reduzir o impacto ambiental, o edifício possui sistemas para garantir sua eficiência energética

e o baixo consumo de água, além de soluções que proporcionam conforto e produtividade para os usuários, entre outros fatores.

Durante o levantamento de dados da presente pesquisa, o edifício foi visitado e seus sistemas tecnológicos foram observados, sendo elaborada uma caracterização das tecnologias operacionais utilizadas para o seu funcionamento diário.

4 MAPEAMENTO DO PROCESSO DE PROJETO DO EDIFÍCIO ROCHAVERÁ CORPORATE TOWERS

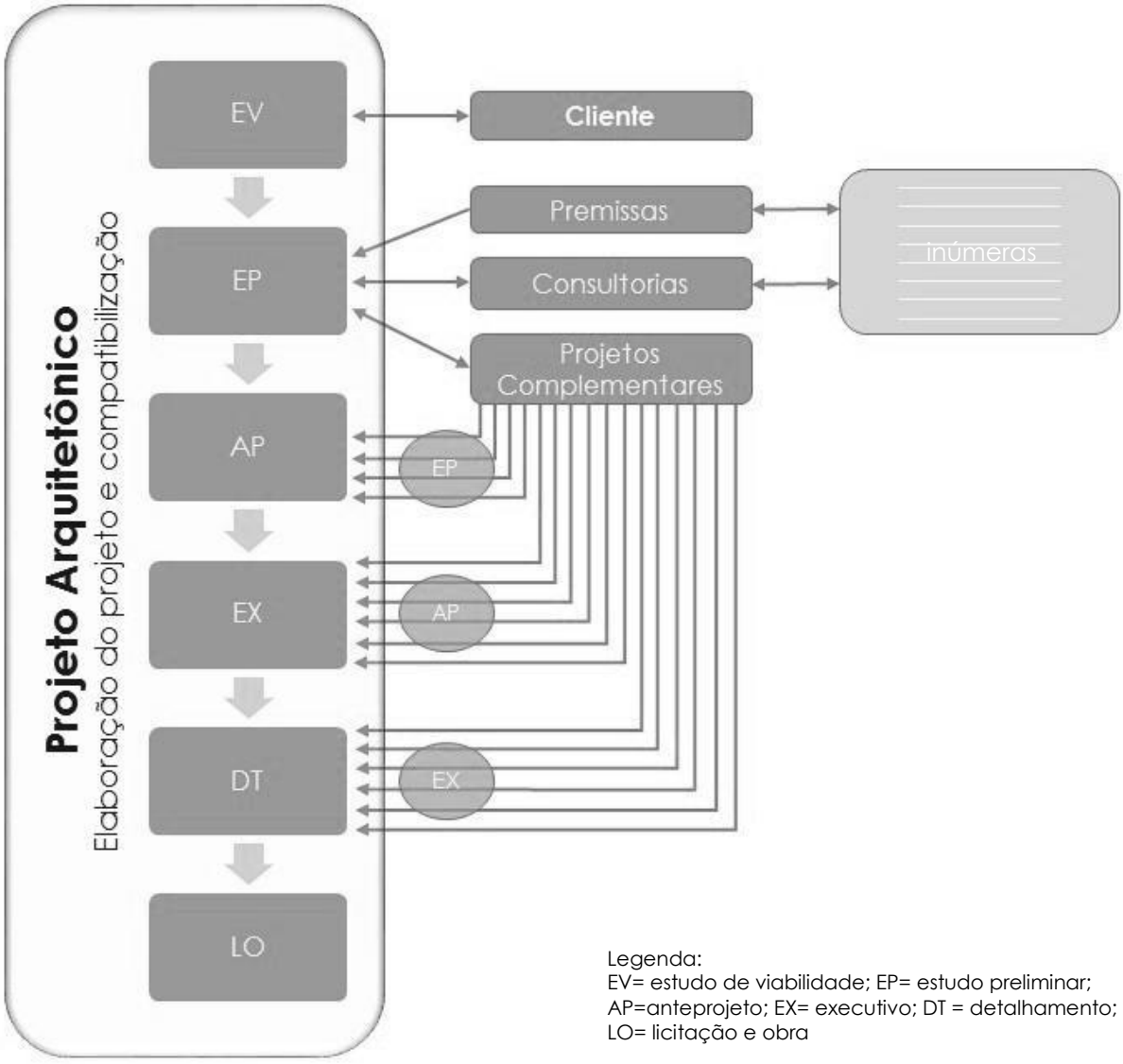
Para que o mapeamento do processo de projeto do edifício Rochaverá Corporate Towers fosse efetuado, foram realizadas entrevistas com diferentes profissionais que participaram de diferentes fases do seu processo projetual. As perguntas das entrevistas foram a respeito do andamento e compartilhamento de informações e conhecimentos durante o seu processo. Foram elaborados por alguns entrevistados, em forma de croquis, mapas esquemáticos, mostrando a participação do profissional entrevistado com os demais participantes do processo e seus projetos.

A Figura 02 apresenta um diagrama baseado em croqui desenvolvido durante a entrevista realizada com o Arquiteto e Urbanista Roberto Aflalo Filho – Aflalo e Gasperine Arquitetos - um dos autores do **projeto de arquitetura** do Rochaverá. O diagrama mostra as diferentes fases do processo de projeto delineadas pelo arquiteto e nomeadas como: EV (Estudo de Viabilidade), EP (Estudo Preliminar), AP (Anteprojeto), EX (Projeto Executivo), DT (Detalhamentos) e LO (Licitação e Obra).

De acordo com o arquiteto, o **estudo de viabilidade** e a **concepção do projeto** foram desenvolvidos pelos arquitetos participantes do processo e apresentadas ao cliente. Logo em seguida, a partir do desenvolvimento da concepção arquitetônica, no estudo preliminar, houve a entrada dos diferentes profissionais, consultores e autores dos **projetos complementares**. As ideias iniciais do projeto foram apresentadas a estes novos integrantes do processo para que pudessem começar a elaborar seus trabalhos.

Enquanto o escritório de arquitetura desenvolveu o anteprojeto, cada projeto complementar foi iniciado em fase de estudo preliminar e, em reuniões periódicas com todos os participantes, existiu uma troca de informações onde os estudos preliminares dos projetos complementares foram inseridos no anteprojeto de arquitetura. Todos puderam trazer novas ideias ao processo, mas o projeto de arquitetura sempre esteve em uma fase à frente dos complementares, para abastecê-los de informações, podendo também sofrer reajustes de acordo com as demandas recebidas.

Figura 02 – Diagrama baseado em Croqui de Mapeamento do Projeto Arquitetônico



Fonte: Aflalo Gasperine Arquitetos Associados, 2016 (adaptado)

O arquiteto se fez presente em todas as fases de desenvolvimento do projeto, desde o estudo de viabilidade até a compatibilização dos demais projetos e a execução da obra, oferecendo também assistência ao cliente pós-obra, em fase de manutenção do empreendimento, acompanhando seu uso. Já os demais profissionais desenvolveram seus trabalhos a partir do estudo preliminar até a execução da obra, manutenção e uso do edifício.

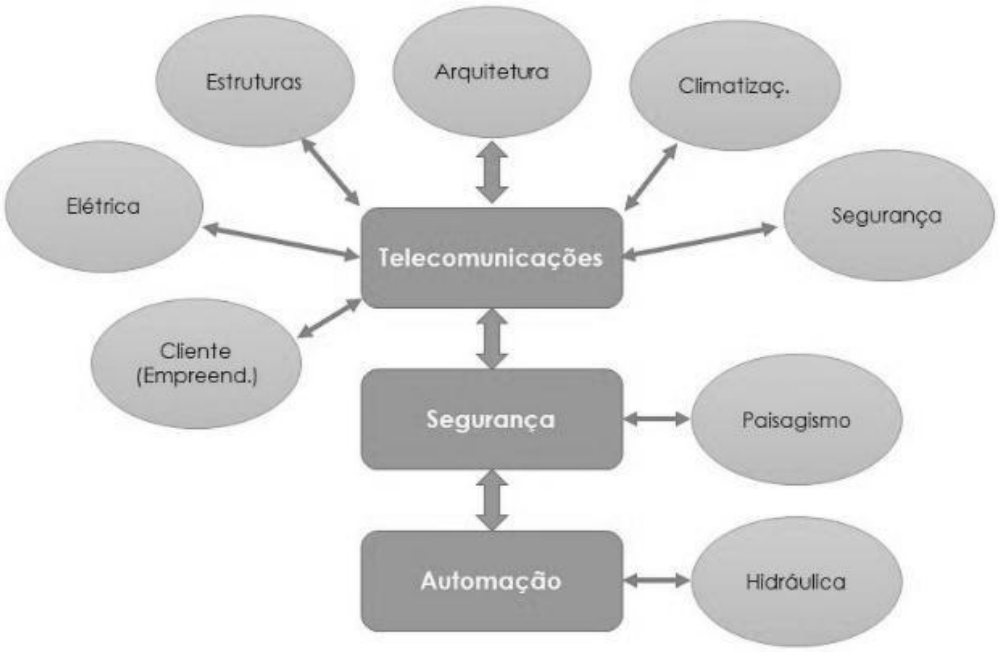
Outros profissionais entrevistados também elaboraram mapas esquemáticos que vieram a confirmar o exposto pelo Arq. Roberto Aflalo, demarcando o projeto de arquitetura como o eixo central de desenvolvimento dos demais projetos. O arquitetônico mostrou-se como um grande fornecedor de informações para o desenvolvimento dos projetos complementares e também como o recebedor e compatibilizador de todas as informações

elaboradas. Foram trocadas também muitas informações entre os profissionais autores dos projetos complementares.

Destaque no processo para o **projeto de estruturas**, desenvolvido paralelamente ao projeto de arquitetura durante todo o processo, tendo um contato direto e troca de informações com a maioria dos profissionais autores dos demais projetos complementares.

Para que o **projeto de automação** do edifício fosse entendido, foi entrevistado o engenheiro elétrico Eduardo Silva de Oliveira – MHA Engenharia – ressaltando seu contato e troca de informações com todos os demais profissionais e seus projetos complementares. O projeto de automação exerceu maior comunicação com o projeto de arquitetura e estruturas, telecomunicações, segurança e elétrica. Em uma escala um pouco menor, mas ainda com grande comunicação, o projeto de automação teve ligação com os projetos de hidráulica, paisagismo, circulação vertical, climatização e com o empreendedor (cliente), além dos outros vários participantes do processo, com um contato menor (Figura 3).

Figura 03 – Diagrama baseado em Croqui de Mapeamento dos Projetos de Telecomunicações, Segurança e Automação



Fonte: MHA Engenharia, 2016 (adaptado).

O **projeto elétrico** do edifício foi coordenado pelo engenheiro elétrico Carlos Eduardo Vera – MHA Engenharia – que demarcou sua troca de informações com o projeto de arquitetura e os empreendedores (clientes), considerados coordenadores do projeto. De forma mais técnica, o projeto elétrico obteve comunicação com os projetistas de automação, eletrônica, hidráulica, climatização e iluminação. Houveram grandes trocas de informações

também com o projeto estrutural e o acompanhamento da obra.

Soraya Trindade Marchioli, engenheira civil – MHA Engenharia – coordenou o desenvolvimento do **projeto hidráulico** e de **combate a incêndio** do Rochaverá. Segundo ela, seu projeto recebeu e forneceu a maior parte das informações ao projeto de arquitetura e estrutura, sempre sobre o aval do empreendedor e gerenciador do processo (cliente). Foram trocadas informações com consultores externos com relação a NFPA, hidráulica, LEED, corpo de bombeiros e segurança (Figura 4).

Figura 04 – Diagrama baseado em Croqui de Mapeamento dos Projetos Hidráulico e de Combate a incêndio



Fonte: MHA Engenharia, 2016 (adaptado)

Os **projetos de irrigação**, **paisagismo**, **acústica, telecomunicações, elétrica, automação, climatização e impermeabilização** fizeram intensas trocas de informações com o projeto de hidráulica e incêndio.

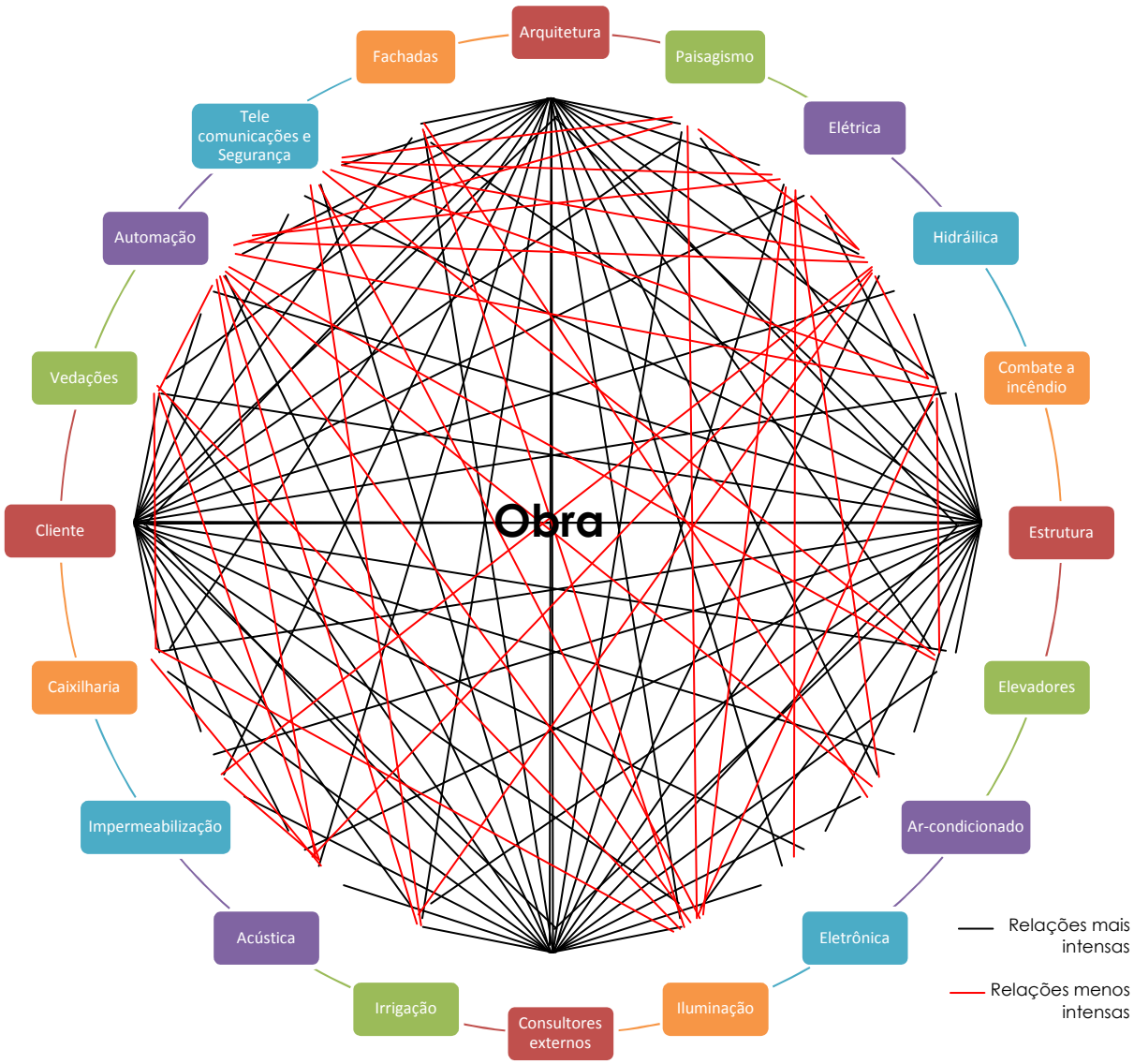
O **projeto luminotécnico** do edifício foi desenvolvido pelo artista plástico Guinter Parschalk – Studio IX. Ele considera que seu projeto de iluminação permeou entre diferentes outros projetos, como de arquitetura, principalmente, mas também entre os projetos de paisagismo, **caixilharia**, **fachadas e vidros**, estruturas, automação e os demais sistemas do edifício, em menor escala.

O **projeto acústico** do Rochaverá foi desenvolvido pelo arquiteto e urbanista José Augusto Nepomuceno – Acústica e Sônica – e a entrevista foi concedida por Andrea Destefani, também arquiteta e urbanista participante do processo. De acordo com a arquiteta, a maior troca de informações referente ao projeto acústico se deu com o projeto de arquitetura e de

instalações e vedações, havendo trocas de informações também com os profissionais executores do projeto de estruturas, fachadas e caixilharia.

A partir da análise dos croquis desenvolvidos pelos profissionais citados foi desenvolvida a Figura 5, em que observa-se que o processo de projeto do Rochaverá foi um trabalho partilhado entre várias especialidades do conhecimento e suas inter-relações. Todos os profissionais tiveram um contato principal com o empreendedor e gerenciador do processo, o cliente, que, no caso Rochaverá foi uma empresa que acompanhou todo o processo de forma a priorizar a qualidade do produto final, um diferencial do empreendimento.

Figura 05 – Mapeamento das Relações entre os Profissionais e Projetos



Fonte: Os autores, 2016

O destaque do projeto de arquitetura é indiscutível como um fornecedor, recebedor e compatibilizador das informações desenvolvidas por todos os demais projetos complementares. Os projetos de estruturas e automação

têm sua importância ao compartilhar informações com todos os demais participantes.

Por se tratar de um projeto complexo de um edifício inteligente, o processo de projeto do Rochaverá nos permitiu observar a importância da integração entre os profissionais de diferentes especialidades desde seu estudo preliminar até o final do processo. Todos os profissionais autores e coordenadores dos projetos complementares exercem comunicação com outros profissionais executores de outros projetos que serão, de alguma forma, interligados com o seu, em maior ou menor escala, durante a fase de projeto, obra ou uso do empreendimento.

5 CONCLUSÕES

O processo de projeto dos edifícios vem evoluindo à medida que a complexidade dos edifícios aumenta. Anteriormente, observava-se um quadro onde apenas o arquiteto desenvolvia o projeto arquitetônico e este era, posteriormente, repassado para outros poucos profissionais executarem os outros projetos. O caso estudado mostrou e confirmou novo quadro atual, em que o projeto passa a ser compartilhado entre diferentes especialidades de muitos profissionais desde a fase projetual de estudo preliminar, mantendo-se durante todo o processo.

A revisão de literatura aponta e o estudo de caso do Edifício Rochaverá Corporate Towers confirmam que a troca de conhecimentos e o projeto desenvolvido de forma integrada e partilhada colaboram para a redução de imprevistos na fase de execução da obra e, consequentemente, para a redução dos custos operacionais, garantindo uma maior qualidade do produto final durante seu uso.

A presente pesquisa faz parte de um trabalho de mestrado em andamento e pretende-se elaborar um mapeamento detalhado do processo de projeto do Edifício Rochaverá Corporate Towers, caracterizado por ser um edifício de alta complexidade projetual. Os resultados do trabalho serão úteis para os profissionais envolvidos no projeto e construção de edifícios inteligentes, assim como para o ensino de projetos complexos nas escolas de arquitetura e engenharia.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo do Departamento de Arquitetura e Urbanismo da UFV, ao Grupo de Pesquisa INOVA; aos sujeitos da pesquisa e à FAPEMIG.

REFERÊNCIAS

ANDERY, P. R. P. VEIGA, A. C. R. **Considerações sobre o gerenciamento de projetos complexos:** o Caso de exposições museográficas. Construindo, Belo Horizonte, v. 5, n. 2, Jul/Dez. 2013.

BAGATELLI, R. **Edifícios de Alto Desempenho**: conceito e proposição de recomendações de projeto. 2002. 198 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Espirito Santo/Centro Tecnológico, Vitória, ES, 2002.

BARBOSA, L. A. G. **Edificações Inteligentes**: Conceitos e considerações para o Projeto de Arquitetura. 2006. 114f. Dissertação (mestrado). UFRJ, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Programa de Pós Graduação em Arquitetura. Rio de Janeiro, 2006.

CLEMENTS-CROOME, D. J.; CHEN, Z.; HONG, J.; LI, H.; XU, Q. **A Review of Quantitative Approaches to Intelligent Building Assessment**. Renewable Energy Resources and a Greener Future, Vol.VIII-6-2. ICEBO2006, Shenzhen, China, 2006.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. **Projeto simultâneo e a qualidade ao longo do ciclo de vida do empreendimento**. Salvador, BA. 2000. v.1 p.813-820 il.. In: ENTAC, 8º, Salvador, 2000.

FABRICIO, M. M. **Projeto simultâneo na Construção de Edifícios**. Tese apresentada ao Curso de Doutorado em Engenharia da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

MARTINS, R. M. de P. **Análise do Processo de Projeto de Reformas e Edificações em Universidade Pública**. 20014. 176f. Dissertação (mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Construção Civil. Belo Horizonte, 2014.

MELHADO, S. B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios**: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção. 1994, Tese (Doutorado) Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 1994.

MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. Tese (Livredocência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.

NGUYEN, T. A., AIELLO, M. **Energy intelligent buildings based on user activity: A survey**. Elsevier, Energy and Buildings, Volume 56, Pages 244–257, January, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378778812004537>, acesso em 29/01/2016.

MOGHADDAM, M. F. **Evaluating Intelligence In Intelligent Buildings Case Studies In Turkey**. Middle East Technical University, 2012.

PÁDUA, I. H. de. **Caracterização de Edifícios Inteligentes**: um caso exemplo. 2006. 110f. Dissertação (mestrado). Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Programa de Pós Graduação em Engenharia Elétrica. Belo Horizonte, 2006.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 6023**: Informação e documentação - Referências - Elaboração. Rio de Janeiro, 2002a.

VERSOLATO, B. **Ineditismo na ponta do lápis**. Revista Arquitetura & Construção /Especial Construção Sustentável. São Paulo, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PERCEPÇÃO DA LUZ E DA COR EM SETOR ONCOLÓGICO[1]

SANTOS, Ana Paula(1); YOKEMURA, Renan(2); CORREA, Celina(3); NAOUMOVA, Natalia(4); BENDER, Livia (5)

(1) UFPEL,e-mail: anapaulatejada@gmail.com; (2) UFPEL, e-mail: renanyokemura@gmail.com; (3) UFPEL, e-mail: celinab.sul@terra.com.br; (4) UFPEL, e-mail: naoumova@gmail.com; (5) UFPEL,e-mail: livia_bender@yahoo.com.br

RESUMO

A iluminação em ambientes hospitalares tem importante função não somente de iluminar, mas também de dar estímulos positivos para pacientes que se encontram fragilizados. Por outro lado, as cores também exercem influência sobre as pessoas, interferindo de várias formas no indivíduo. Este trabalho, realizado no setor oncológico de um hospital da cidade de Pelotas/RS, tem como objetivo avaliar a influência da iluminação e das cores no bem-estar dos pacientes, acompanhantes e funcionários deste local, com o intuito de estabelecer diretrizes para projetos de iluminação natural e artificial nos espaços hospitalares. O estudo apresenta os resultados da primeira parte do trabalho, onde buscava-se conhecer o nível de satisfação dos usuários frente à luz e à cor naquele ambiente. Nesta etapa, utilizou-se métodos de avaliação de pós-ocupação, através de observações e questionários. Verificou-se que os pacientes e seus acompanhantes julgaram o ambiente iluminado. Entretanto, os funcionários reconheceram a insuficiência no nível de iluminação necessário às suas tarefas. Os pacientes e seus acompanhantes se sentiram bem no local, acharam a sala agradável e confortável e destacaram a importância da presença de janelas, da luz e das cores no seu estado de bem-estar, sensações essas também percebidas pelos funcionários.

Palavras-chave: Iluminação Hospitalar. Luz. Cor.

ABSTRACT

The lighting in hospitals has an important function not only as light, but also as positive stimuli for patients who are vulnerable. On the other hand, the colors also have an influence on people, interfering in various ways in the individual. This work was carried out in the oncology of a hospital in the city of Pelotas/RS, it aims to evaluate the influence of light and colors in patient welfare, caregivers and staff of this site, in order to establish guidelines for lighting natural and artificial projects in hospital spaces. The study presents the results of the first part of the work carried out in this oncological hospital. There were employed methods of post-occupancy evaluation, through observations and questionnaires seeking to know the level of user satisfaction regarding the environmented light and color. The patients and their companions judged the light environment. However, the officials acknowledged failure in the light level required for their jobs. Patients and their companions felt good on the spot, found a nice, comfortable room and noticed the importance of the presence of windows, light and colors in their welfare state, these feelings also perceived by employees.

***Keywords**: Hospital lighting. Light. Color.*

[1] SANTOS, Ana Paula *et al*. Percepção da luz e da cor em setor oncológico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A iluminação em ambientes hospitalares, além de sua função elementar, possibilita estímulos positivos para pacientes que se encontram em estado de fragilidade. Battistella (2003), observou que a utilização de janelas com entrada de luz natural e visão para a rua é fundamental para uma melhora de pacientes internados.

A partir do pressuposto que a luz e a cor em ambientes hospitalares acarretam efeitos sobre a sensação de bem-estar dos usuários, este estudo, realizado no setor oncológico do Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas-RS, tem como objetivo avaliar a influência da iluminação e das cores no bem-estar dos usuários desta instituição, com o intuito de estabelecer diretrizes para projetos de iluminação natural e artificial e para o emprego das cores nos espaços hospitalares, levando em conta as necessidades dos usuários; também verificar se o hospital usa a luz e a cor como fator de humanização dos espaços de saúde, e se o nível de iluminação encontrado atende às necessidades das diversas tarefas.

Este artigo se caracteriza como uma das etapas de dissertação de Mestrado em Arquitetura e Urbanismo, e apresenta os resultados preliminares da aplicação de métodos de APO (Avaliação pós-ocupação), através de questionários semiestruturados e observações de comportamento para que se pudesse conhecer as percepções dos usuários frente ao uso da luz e da cor. Os questionários foram aplicados ao público-alvo no período de verão, em data próxima ao solstício. O solstício de verão, no hemisfério sul, apresenta o dia mais longo do ano, de maior luminosidade e menor sombra, no local de estudo, porque o sol apresenta sua máxima declinação.

Com esse trabalho, busca-se trazer benefícios importantes para a qualidade do ambiente hospitalar, já que acredita-se que um sistema de iluminação adequado e controlado, aliado ao uso criterioso das cores, pode interferir no conforto e no estado de ânimo das pessoas. Espera-se também despertar o interesse das instituições em proporcionar ambientes com maior conforto visual para os diferentes grupos de usuários e disponibilizar aos projetistas envolvidos com o desenvolvimento de ambientes hospitalares, subsídios qualitativos e quantitativos quanto à iluminação e o uso da cor.

2.1 Percepção da luz e da cor na arquitetura

A iluminação influencia na percepção, trabalho, e saúde das pessoas. Embora a luz tenha como principal função iluminar, ela também contribui na caracterização e percepção do espaço, interferindo nas sensações dos usuários. Da mesma forma que a iluminação, o uso de cores nos ambientes também afeta aos usuários, provocando reações físicas e emocionais.

A cor e luz são elementos do ambiente profundamente interligados, onde a intensidade desta interfere diretamente no resultado daquela. No entanto, o projetista deve ser cauteloso na escolha das cores, já que as mesmas podem causar efeitos psicológicos nos usuários.

O estudo das cores é de grande importância para os ambientes, entretanto, nem sempre percebemos o quanto as cores exercem influência sobre nós. A cor é a parte mais emotiva do processo visual e pode afetar com grande força o humor e as mais diversas sensações de um indivíduo, podendo causar reações positivas ou negativas e efeitos de aproximação ou retrocesso (COSTI, 2002; SCHULTE,2003).

2.2 Ambiente hospitalar

O entendimento do espaço hospitalar como um lugar de tratamento, segundo Lukiantchuki e Souza (2010), é relativamente recente. Segundo estas autoras, na Idade Média, os hospitais tinham como principal propósito hospedar doentes, viajantes e pobres, sem função de cura, apenas servindo como espaço de isolamento de pessoas adoentadas do convívio com a sociedade. Só a partir do Iluminismo e da Revolução Industrial, no século XVIII, que os hospitais se tornaram instrumentos de cura. Segundo Costi (2002, p.31): "[...] as aglomerações de miseráveis nas cidades passaram a constituir graves problemas. Foi necessário implantar uma medicina sanitarista para tratar de toda a população e para controlar as pestes que se alastravam". De acordo com Cavalcanti (2002, p.34), é no final do século XVIII, que o tratamento passa a ser entendido como de responsabilidade coletiva, da sociedade e do Estado, e somente no século XIX aparecem as preocupações com a salubridade e o conforto ambiental na arquitetura hospitalar. A evolução ocorrida no século XX levou ao ambiente hospitalar, questões de humanização e integração profissional (JUNQUEIRA, 2006).

No Brasil, a partir da década de 1930, ocorreram importantes mudanças no setor da saúde, pois foram criados mais hospitais e centros de saúde e o sistema previdenciário foi fortalecido. Essas transformações podem ser observadas não só na estrutura física dos espaços hospitalares, mas também, no atendimento aos pacientes. A satisfação dos usuários passou a ser de grande relevância, e em função disso, a humanização tem sido foco de desenvolvimento recente. A humanização colabora tanto para o processo terapêutico do paciente quanto para a qualidade dos serviços de saúde prestados pelos profissionais envolvidos, passando a dar ênfase a qualidade dos ambientes hospitalares e a busca por eliminar o aspecto hostil e institucional predominante em épocas passadas, neste tipo de edificação (VASCONCELOS, 2004).

2.3 Cor e luz nos espaços hospitalares

Os espaços hospitalares normalmente cumprem com uma série de especificações técnicas e necessidades funcionais que atendem a uma imensa diversidade de usuários, o que talvez justifique a frieza técnica desses espaços (HORTA, 2005). Porém, para Cavalcanti (2007, p.7), o projeto de ambientes hospitalares deve levar em consideração o desgaste físico e emocional de pacientes, seus familiares e visitantes, assim como a exaustiva rotina do corpo médico e enfermagem. O mesmo autor, aponta ainda, a

importância da ambiência, da qualidade dos espaços. Para isso, a decisão do tipo de iluminação e das cores nos espaços de permanência devem seguir requisitos visuais para dois principais grupos de usuários: o corpo clínico, viabilizando a execução dos procedimentos médicos e a constante observação dos doentes internados, e os pacientes, auxiliando em sua recuperação. O ambiente deve garantir conforto visual para ambos grupos de usuários, que incluem diversos critérios qualitativos e quantitativos de iluminação, assim como critérios para aplicação de cores com o intuito de torná-los agradáveis a quem está fragilizado por questões de saúde.

Segundo Martins (2004, p.66), é importante a análise das necessidades dos possíveis usuários de cada setor hospitalar para o desenvolvimento de um estudo cromático apropriado. Observa que a cor deve ser valorizada pelos profissionais responsáveis pelo planejamento hospitalar, pois ela passa a apresentar diferentes significados para pacientes, acompanhantes e funcionários, em função de estarem lidando com emoções diversas e muito intensas como: nascimentos, doenças, riscos de morte e morte. Entretanto, reitera que "a cor não deve ser um fim em si mesma, mas um meio estético para proporcionar conforto e tranquilidade aos pacientes e àqueles que trabalham em hospitais". Pedrosa (1989, p.18) explica que a percepção da cor é mais complexa que a sensação, onde a segunda envolve apenas os elementos físicos (luz) e fisiológicos (o olho), já a primeira além destes dois elementos, inclui os dados psicológicos que modificam de maneira expressiva a qualidade do que se está vendo.

Entende-se que, no atual contexto, conhecer os efeitos positivos da luz e da cor sobre os usuários do ambiente hospitalar reforce a filosofia da humanização dos hospitais.

2 METODOLOGIA

A metodologia escolhida para esse trabalho empregou métodos qualitativos e quantitativos de APO (Avaliação pós-ocupação). Foram feitas observações *in loco* para a caracterização de um ambiente ambulatorial oncológico, e aplicaram-se questionários semiestruturados, para a análise da percepção dos usuários que se encontravam no local de estudo. O trabalho buscava conhecer o nível de satisfação dos usuários em relação ao uso da luz e da cor.

Para a investigação foi selecionado o setor oncológico do Hospital Escola da Universidade Federal de Pelotas, com atendimento público que presta serviços através do Sistema Único de Saúde (SUS). A escolha do objeto de estudo deu-se: 1) por atender um número considerável de usuários que permitiria um universo maior de entrevistados; 2) porque o setor oncológico necessita de estímulos adequados, pois os pacientes encontram-se fragilizados por problemas de saúde; 3) pela disposição da instituição em participar desta pesquisa.

Para a coleta de dados foram questionados 3 grupos de usuários do setor oncológico: pacientes, acompanhantes e funcionários, e sua aplicação foi

dirigida ao número máximo de pessoas que estivessem no local no dia das medições.

Foram desenvolvidos 3 tipos de questionários similares porém específicos para cada grupo de usuários. Apresenta-se abaixo o modelo de questionário desenvolvido para dois dos grupos.

A coleta foi realizada no período de verão, em data próxima ao solstício de 2015. A aplicação dos questionários iniciou às 8:00hs da manhã e estendeu-se até o final do dia, contemplando a quase totalidade de usuários que estiveram no local, naquele dia.

Antes da aplicação dos questionários foi aplicado um teste de visão para deficiências visuais de cores do Dr. Shinobu Ishihara (1992), para detectar possíveis problemas que pudessem interferir na percepção da luz e da cor do ambiente de estudo pelo usuário, entretanto, não foi identificado nenhum entrevistado com esta deficiência visual.

Quadro 1 – Questionário desenvolvido para pacientes e acompanhantes

1. Você é: ( ) paciente ( ) acompanhante ( ) outros_____				
2. Idade: 3. Sexo: ( ) mulher ( ) homem				
4. Profissão:				
5. Você exerce alguma atividade remunerada:				
( )Sim	( )Não	Se sim, qual atividade?		
6. Qual o principal provedor do seu sustento mensal?				
( ) Próprio	( ) Companheiro	( ) Familiares	( ) outros:_____	
7. Escolaridade:				
8. Esta é a primeira vez que você vem ao setor de quimioterapia?				
( ) Sim	( ) Não			
9. Tempo de permanência aproximada:				
10. Possui problemas de visão: ( )sim. Qual problema? _____ ( )não				
11. Teste de cor: ( )sim ( )não Resultado:_____				
Sala	1 – Como você se sente nesta sala?			
	( ) muito bem	( ) bem	( ) mais ou menos	( ) mal
	2 – Você acha que esta sala é:			
	( ) agradável e confortável	( ) indiferente	( ) não é agradável e nem confortável	
	3 – Você acha que essa sala é iluminada?			
	( ) Sim	( ) mais ou menos	( ) não	
	4 – Você acha que as janelas são importantes neste ambiente?			
	( ) Sim	( ) mais ou menos	( ) não	
	5 – Existe algum reflexo que o perturbe? (Luminárias, janelas)			
	( ) Sim	( ) não	Quais?_____	
	6 – Na casa em que você mora, todas as peças tem janelas?			
	( ) Sim	( ) não		
	7 – Como você considera a iluminação a sua casa?			
	( ) Bem iluminada	( ) Pouco iluminada	( ) Mal iluminada	
Cores	8 – Você gosta das cores usadas nesta sala?			
	( ) Sim	( ) mais ou menos	( ) não	

	9 – Você considera importante a aplicação de cores no ambiente hospitalar?	
	( ) Sim	( ) não
Iluminação	10 – Você acha que a luz e as cores deste ambiente influenciam no seu estado de bem-estar?	
	( ) Sim	( ) não
	11 – Você gostaria de ver a paisagem ou céu pela janela deste ambiente?	
	( ) sim	( ) não

Fonte: Os autores

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização do ambiente de estudo

O setor oncológico do hospital escola está dividido em quatro partes: 1) Sala de espera e recepção; 2) Consultórios médicos; 3) Apoio aos Funcionários e serviços e 4) Ambulatório de quimioterapia, sendo este último o ambiente selecionado para o estudo aqui apresentado.

Pela observação *in loco*, verificou-se que o ambulatório de quimioterapia apresenta um espaço em forma de "L", com área de 128,50m² e pé direito de 2,70m. O layout aparentemente apresenta-se adequado para realização de tratamentos quimioterápicos: abriga um posto de enfermagem em sua área central, boxes individuais e banheiros que proporcionam privacidade aos pacientes. Embora, muitas vezes atenda um número significativo de pessoas, o trabalho de tratamento parecia controlado em termos de processos e organização. O ambulatório não está ligado diretamente à rua, mas é acessado através da sala de espera/recepção do setor de quimioterapia, contendo um acesso exclusivo para pacientes, acompanhantes e equipe médica (Acesso 01) e outro para funcionários e serviço (Acesso 02), como mostra a Figura 01 abaixo.

Figura 01: Planta baixa do setor oncológico – em azul o ambiente analisado: ambulatório de quimioterapia,



Legenda: 1) Sala de espera; 2) Consultórios médicos;3) Apoio aos Funcionários e serviço e 4) Ambulatório de quimioterapia
Fonte: Editado pelos autores

O ambiente analisado possui janelas com medidas de 1.20m x 1.20m e peitoril de 0.90m, com vidro transparente temperado, que permanecem sempre fechados, sem promover ventilação natural por questões normativas. Devido a sua localização com abertura para uma área de luz e para um pátio interno não permitem visão para a rua.

Em relação a iluminação artificial, foi observado que o local apresenta luminárias dispostas sem muito critério de distribuição, embutidas em forro de gesso, sem proteção contra ofuscamento, com lâmpadas fluorescentes compactas, de 20 W de potência e Temperatura de cor de 2700K. Os boxes para tratamento quimioterápico individual possuem luminárias embutidas, dispostas no centro do ambiente, com as mesmas lâmpadas acima caracterizadas. O nível médio de iluminância no dia da coleta de dados era de 212 lux[1], inferior ao recomendado pela normativa brasileira NBR 8995-1, que fixa os níveis mínimos de iluminação para os ambientes de trabalho. Para atender as necessidades das execução das tarefas de médicos e enfermeiros, há luminárias direcionáveis, porém, no dia da coleta de dados, encontram-se em desuso por falta de manutenção.

Estão apresentados no quadro 03 abaixo, os materiais e cores do ambiente estudado:

Quadro 02: Características físicas do ambiente de estudo

LOCAL	**MATERIAL**	**COR**	**CÓDIGOS DE COR NCS[2]**
Piso	Vinílico	Creme	NCS S 2010 – Y20 R
		Azul turquesa	NCS S 3020 – B60 G
Parede	Tinta acrílica	Creme	NCS S 0907 – Y30 R
		Pêssego	NCS S 1015 – Y60 R
Teto	Tinta acrílica	Branco	Branco

Fonte: Os autores

Observa-se que o ambiente analisado apresenta cores claras que propiciam a sensação de amplitude, tranquilidade aos usuários, e aspecto de higiene e limpeza. Ao contrário disso, durante o século XIX, as cores escuras eram quase unanimes nos hospitais. Florence Nightingale foi pioneira na preocupação com a limpeza destes locais e portanto, sugeriu a pintura de paredes em cores claras como branco e rosa pálido nos ambientes hospitalares. (NIGHTINGALE apud THOMPSON ,1989).

As figuras de 2 à 5 ilustram o ambiente estudado.

[1] Medição realizada no local, com o luximetro Instrutherm, modelo LD-209.

[2] Caracterização das cores do ambientes feitas com o aparelho NCS Scan. Os códigos correspondem ao sistema cromático internacional Natural Color System (NCS). http://www.ncscolour.com/[1]

Figura 02: Posto de enfermagem

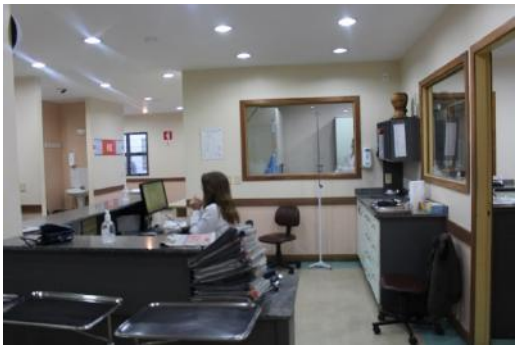


Figura 03: Box do ambulatório



Fonte: Acervo dos autores

Figura 04: Corredor



Figura 05: Janela para área de luz



Fonte: Acervo dos autores

3.2 Percepção do usuário – Resultados

Na coleta de dados no ambulatório de quimioterapia foram aplicados um total de 28 questionários, sendo 9 em pacientes, 9 em acompanhantes e 10 em funcionários.

Sobre o perfil dos pacientes, 4 eram mulheres e 5 homens, com idade entre 50 e 60 anos; a maioria possuía sustento próprio através de aposentadoria ou atividade remunerada e primeiro grau de escolaridade. Para a grande parte dos pacientes, aquela não teria sido a sua primeira visita ao setor oncológico do hospital, e permaneciam ali durante um período que variava de trinta minutos a três horas.

Por sua vez, o grupo dos acompanhantes era formado por 5 mulheres e 4 homens, com idade entre 60 e 70 anos, com renda proveniente de aposentadoria, na maioria. O nível de escolaridade do grupo era segundo grau completo, e assim como os pacientes, responderam já ter frequentado o setor de quimioterapia mais de uma vez com tempo de permanência entre trinta minutos e três horas.

Os dados coletados sobre o nível de escolaridade dos pacientes e acompanhantes são bastante impactantes, pois mostram a realidade social das pessoas que necessitam dos serviços oferecidos pelo hospital, que opera exclusivamente através do sistema único de saúde (SUS).

Dos funcionários, 9 mulheres e 1 homem, a metade deles apresentava idade

entre 20 e 30 anos e a outra metade, faixa etária entre 30 e 40 anos. A metade desses usuários possuía segundo grau completo e a outra metade, nível superior completo, perfil bastante óbvio para as funções que desempenhavam no ambulatório. Todos os funcionários permanecem em média, 6 horas/dia no hospital.

As respostas fornecidas pelos grupos formados por pacientes e acompanhantes às questões colocadas foram similares, pois todos usuários disseram sentir-se muito bem ou bem no ambiente, achando o local muito agradável, confortável e bem iluminado. Observaram a importância das janelas, e não perceberam ofuscamentos que os perturbassem. Os pacientes e acompanhantes permanecem em torno de 3 hs no ambulatório, e não realizam nenhuma tarefa que exija grande esforço visual, não necessitando, portanto, iluminação localizada para tarefas. Todos disseram possuir janelas nas suas casas e consideram suas residências bem iluminadas, o que atesta a sua familiaridade com ambientes iluminados naturalmente. Gostaram das cores utilizadas na sala e acharam importante o uso de cores no ambiente hospitalar. Observaram que a luz e a cor poderiam influenciar no seu estado de bem-estar e gostariam de visualizar a paisagem ou o céu pela janela do ambulatório.

Através dos questionários aplicados para o grupo dos funcionários, foi observado que a grande maioria dos entrevistados disse sentir-se bem no local de uma forma geral. Relataram que o ambiente era iluminado, confortável, e também notaram a importância da presença de janelas no ambiente. Entretanto, a metade dos entrevistados desse grupo de usuários relataram a insatisfação com a iluminação específica para a execução de suas tarefas, pois as luminárias embutidas no forro de gesso sem proteção contra ofuscamento e permitindo a visão da lâmpada, causam desconforto nos olhos e até dor de cabeça, sintomas observados pelos funcionários que permanecem por longo período neste ambiente. Em relação as cores, 6 dos 10 funcionários entrevistados gostaram das cores utilizadas no ambulatório e consideraram importante a sua presença no ambiente; já os outros 4 acharam as cores sem vida e pouco estimulante para os pacientes. Todos gostariam de ver a paisagem ou o céu pela janela do ambulatório, mas o ambiente não permite visuais ao exterior, já que as janelas encontram-se voltadas para uma área de luz e pátio interno.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a realização da primeira etapa deste estudo, pode-se observar que a metodologia proposta para verificar as conformidades do método de avaliação Pós–Ocupação foi válida e sem dúvida foi importante ferramenta na busca pela informação sobre as sensações experimentadas pelos usuários em relação a luz e a cor presente no ambulatório oncológico estudado. Os usuários do ambiente de estudo que se encontravam no local no dia da coleta de dados foram extremamente colaborativos, e embora alguns deles estivessem fragilizadas por problemas de saúde, se dispuseram a participar do estudo respondendo às questões propostas.

Os pacientes e seus acompanhantes julgaram que o ambulatório oncológico era iluminado, se sentiram bem no local do estudo, consideraram a sala agradável e confortável e observaram a importância da presença de janelas, da luz e das cores no seu estado de bem-estar, sensações também percebidas pelo corpo clínico.

Entretanto, o corpo clínico reconheceu a insuficiência luminosa para o exercício de suas atividades. Observou-se que a iluminância média do local no dia da coleta de dados (212 lux) era realmente inferior ao nível recomendado pela NBR 8995-1 para exames simples (300 lux).

Ainda que a luz medida apresentasse valores inferiores ao considerado mínimo pela normativa, o grupo de pacientes e acompanhantes julgou adequada, suficiente e confortável. Entende-se que a norma priorize funções críticas ao prescrever os valores mínimos, e nesse caso, as tarefas do corpo clínico são completamente diferentes das exigências visuais que se impõe aos pacientes e seus acompanhantes no tratamento quimioterápico.

Vale ressaltar que após essa primeira etapa da pesquisa, sentiu-se a necessidade de aplicação de um teste específico para a verificação do grau de stress do entrevistados, visto que sua percepção poderia ser alterada em função do seu estado de ânimo.

A aplicação de questionários em outra época do ano vai permitir o aprofundamento das informações recolhidas e o estabelecimento de diretrizes para o planejamento do ambiente hospitalar no que diz respeito ao uso da luz e da cor, sob a ótica do usuário.

AGRADECIMENTOS

À CAPES, pelo apoio recebido através da bolsa de pesquisa de mestrado.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISSO/CIE 8995-1: 2013**: Iluminação de ambiente de trabalho Parte 1: Interior**.** Rio de Janeiro, RJ, 2013.

BATTISTELLA, Márcia Regina. **A importância da cor em ambientes de trabalho:** um estudo de caso. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2003.

CAVALCANTI, Patrícia B. **Qualidade da iluminação em ambientes de internação hospitalar.** Dissertação de Mestrado. Porto Alegre, 2002.

CAVALCANTI, Patrícia B.; AZEVEDO, Giselle A. N.; DUARTE, Cristiane R. **Ambientes de saúde.** Cadernos PROARQ-11. p. 6-10. Rio de Janeiro, 2007.

COSTI, Marilice. **A influência da luz e da cor em corredores e salas de espera hospitalares.** Porto Alegre, Ed. EDIPUCRS, 2002.

HORTA, Maurício. **Entre o traço e as cifras.** Revista AU. Ed.140. Seção Tecnologia. São Paulo, 2005. Disponível em: http://au.pini.com.br/arquitetura-urbanismo/140/artigo22255-1.aspx. Acesso em: janeiro de 2016.

ISHIHARA, Shinobu. **The series of plates designed as a test for colour-blindness**. 24 plates edition. Tokyo: Kanehara & Co.,Ltd,1992.

JUNQUEIRA, Waina B.C. **Novos conceitos para o espaço arquitetônico dos hospitais de ensino: um estudo de caso em Juiz de Fora.** Dissertação de Mestrado - UFRJ. Rio de Janeiro, 2006.

LUKIANTCHUKI, Marieli A., SOUZA, Gisela B. **Humanização da arquitetura hospitalar: entre ensaios e materializações híbridas.** Arquitextos. 118.01, 2010. Disponível em: http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/10.118/3372. Acesso em: janeiro de 2016.

MARTINS, Vânia P. **A humanização e o ambiente físico hospitalar.** Anais do I Congresso Nacional da ABDEH – IV Seminário de Engenharia Clínica. p.63-67. Salvador, 2004.

PEDROSA, Israel. **Da cor à cor inexistente**. 5. ed. Rio de Janeiro: Leo Christiano/UNB, 1989. 219p.

SCHULTE, 4N. K. **O computador no ensino-aprendizagem de criação de desenhos têxteis**: efeitos na artística, no emprego da cor e na ap7ulicação têxtil. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade de Santa Catarina. Florianópolis – 2003.

THOMPSON, Elspeth. Colour. ELE decoration, New Youk, n. 47, p.47-48, mar. 1996.
VASCONCELOS, Renata T.B. **Humanização de ambientes hospitalares: características arquitetônicas responsáveis pela integração interior/exterior.** Dissertação de Mestrado. Florianópolis, 2004.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

DESEMPENHO DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS: PROJETISTAS E EMPRESAS CONSTRUTORAS[1]

SANTOS, Débora de Gois (1); CARVALHO, Patrícia Menezes (2); CARVALHO, Emerson Meireles de (3); FERREIRA, Laís Indiana de Meneses (4); VIANA, Marina Ribeiro (5)

(1) UFS, e-mail: deboragois@yahoo.com.br; (2) Pio-X, e-mail: mec@infonet.com.br; (3) UFS, e-mail: ecarvalho@infonet.com.br; (4) UFS, e-mail: laisindiana@gmail.com; (5) UFS, e-mail: marirvv@gmail.com

RESUMO

O artigo propõe investigar como projetistas e empresas construtoras estão trabalhando para a adoção de requisitos e critérios de desempenho de edificações, durante a fase de elaboração de projetos e execução de obra. O nível do estudo apresentado é de uma experimentação prática, associada à iniciação científica e trabalho de conclusão de curso. Como método de trabalho, foram elaboradas planilhas, questionários e listas de verificação (antes e após o contato dos agentes com a norma). Foram realizadas ainda visitas técnicas às empresas construtoras e projetistas, com entrevistas estruturadas, análise de documentos e de projetos de empreendimentos que devem estar de acordo com a norma NBR 15575 (ABNT, 2013). Quanto aos resultados, os itens com maior domínio pelos entrevistados foram desempenho estrutural e segurança no uso e na operação; o que chamou mais a atenção foi funcionalidade e acessibilidade; e desempenhos térmico e acústico requereram maior preocupação quanto aos ensaios. Conclui-se que as empresas construtoras e os projetistas estão na busca por conhecimento e aplicação dos itens da norma de desempenho, tendo como desafio o estabelecimento de rotinas próprias para atender os requisitos da norma, a especificação dos materiais e a realização dos novos ensaios.

Palavras-chave: Desempenho de edificações. Projetistas. Construtoras. Requisitos. Critérios.

ABSTRACT

The article proposes to investigate how designers and construction companies are working towards the adoption of criteria and requirements performance of buildings, during the phase of designs drafting and execution of work. The level of the study presented is a practical experimentation, associated with the scientific initiation and final project. As a method of work, it was prepared worksheets, questionnaires and checklists (before and after contact with agents). It occurred technical visits to construction companies and designers, with structured interviews, document analysis and projects of enterprises that must be in accordance with standard NBR 15575 (ABNT, 2013). As for results, the items with the highest domain by the interviewees were structural performance and security in the use and operation; they learned about functionality and accessibility; and thermal and acoustic performances required greater concern about the tests. It is concluded that the construction companies and designers are in the quest for knowledge and implementation of items of performance standard, with the challenge of establishing their own routines to meet the

[1] SANTOS, Débora de Gois; CARVALHO, Patrícia Menezes; CARVALHO, Emerson Meireles de; FERREIRA, Laís Indiana de Meneses; VIANA, Marina Ribeiro. Desempenho de edificações residenciais: projetistas e empresas construtoras. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

requirements of the standard, the specification of materials and the realization of the new tests.

***Keywords**: Performance of buildings. Designers. Builders. Requirements. Criteria.*

1 INTRODUÇÃO

É sabido que mais de 60% do investimento bruto nacional é realizado pelo setor da construção civil. Acrescenta-se a este fato a problemática do déficit habitacional de aproximadamente 5,5 milhões de habitações (CBIC, 2015). Isto traz incentivos para mudanças no setor de construção de edificações multifamiliares, devido à necessidade de se construir milhares de residências, de forma seriada, com cada vez mais qualidade, de modo a otimizar a produção com a redução do tempo de construção e das perdas de material (VIVAN et al., 2010; HYBINER et at., 2014).

O incentivo dado pelo Governo Federal ao lançar o Programa Minha Casa, Minha Vida, que vem ocorrendo desde 2009, reaqueceu o setor de construção com a liberação de crédito para a habitação e construção de grandes empreendimentos (SILVESTRE; CARDOSO, 2012; SILVA; BARROS, 2012).

Devido ao déficit habitacional no Brasil, Ferreira e Pereira (2012) afirmam que a demanda de produção de habitações em larga escala favorece o uso de sistemas construtivos rápidos e econômicos, além da elaboração de projetos padronizados. O grande desafio é produzir com custos relativamente baixos, mantendo-se, portanto, a qualidade e o desempenho dessas edificações (SILVA; BARROS, 2012).

Acresce-se a isto o fato dos consumidores estarem mais atentos aos seus direitos (Brandstetter et al., 2011) e os construtores passaram a se preocupar cada vez mais com o controle dos processos construtivos (GUILLOU et al., 2010). Assim, passaram a introduzir nas obras sistemas de gestão da qualidade, no intuito de elevar o nível de controle sobre os processos, sendo este seu maior benefício. As empresas estão competindo também pela inovação (ONO; FABRICIO, 2015). Esta é uma forma delas se manterem produtivas em momentos de crise econômica.

Qualidade é definida por Thomaz (2001), como um conjunto de propriedade de um bem ou serviço, que redunde na satisfação das necessidades dos usuários, com a máxima economia de insumos e energia, proteção à saúde e integridade física dos trabalhadores na linha de produção, e preservação da natureza.

Como resultado, surgiu a necessidade no país de criar normas de desempenho das edificações, que atendesse todo o ciclo de vida dos empreendimentos, do estudo de viabilidade à manutenção.

A Norma de Desempenho, NBR 15575, foi publicada em 2008 para criar parâmetros e critérios de desempenho nas habitações que envolve: habitabilidade, sustentabilidade e segurança. Em julho de 2013, a norma foi revisada e deve ser aplicada em edifícios habitacionais, mostrando-se como

um marco para a regulamentação do desempenho e melhoria da qualidade no setor da construção civil (OLIVEIRA et al., 2013; CBIC, 2013).

A aplicação da norma causa impacto em vários processos construtivos, no que se reflete em adaptações dos: empreendedores, construtores, projetistas, fornecedores e usuários, para adequação às novas exigências. Para os projetistas, a mudança é muito significativa, pois os projetos terão que ser adequados para execução em obra (ABNT, 2013).

Para o usuário, aumenta-se a exigência e proteção para requisitos mínimos pré-estabelecidos nesta norma. Blanco (2010) afirma que os consumidores estão cada vez mais bem informados e terão um instrumento contundente, amparado pela Lei de Defesa do Consumidor (BRASIL, 1990), para exigir desempenho dos imóveis. Espera-se que as construtoras e projetistas adequem-se as normas de desempenho, garantindo para o usuário um maior conforto e satisfação com os empreendimentos adquiridos no Brasil.

Quanto às construtoras, conforme Okamato e Melhado (2014), há despreparo quanto ao entendimento de normas baseadas em desempenho, que, muito difere das normas prescritivas, como também, surgem dificuldades em assimilar uma norma que não indica de que forma torna-se possível atingir o resultado esperado, mas apenas apresenta parâmetros de comportamento para os produtos finais.

A NBR 15.575 (ABNT, 2013) apresenta então as condições para atender as necessidades dos usuários e as condições de exposição dos mesmos, envolvendo requisitos e critérios de desempenho e seus respectivos métodos de avaliação (Quadro 1).

Quadro 1 - requisitos a serem atendidos de acordo com os subsistemas construtivos.

Itens/Sistemas	Gerais	Estruturais	Pisos	Vedações verticais internas e externas	Coberturas	Hidrossani-tários
Segurança						
Desempenho estrutural		■	■	■	■	
Segurança ao fogo (contra incêndio)	■		■	■	■	
Segurança no uso e na operação	■		■		■	■
Habitabilidade						
Estanqueidade	■		■	■	■	■
Desempenho térmico	■			■	■	
Desempenho acústico	■		■	■	■	■
Desempenho lumínico	■					
Saúde, higiene e qualidade do ar	■					■
Funcionalidade e acessibilidade	■		■		■	■
Conforto tátil e antropodinâmica	■		■			■
Sustentabilidade						
Durabilidade	■	■	■	■	■	■
Manutenibilidade	■	■	■	■	■	■
Adequação ambiental	■					■

Fonte: Adaptado de ABNT (2013)

O setor caminha então em direção da redução de perdas, mantendo como base a padronização e, por consequência, a racionalização construtiva.

Segundo Lichtenstein (1987), e Brandão; Melo (2014) na atualidade, a racionalização pode ser entendida como um processo que objetiva a melhor utilização dos recursos envolvidos na construção, devendo ocorrer de forma dinâmica e sendo aprimorada sistematicamente. Verifica-se que as melhorias são possíveis ao aplicar adequadamente as tecnologias construtivas, por meio desta racionalização, dentro de um contexto gerencial adequado.

A racionalização pode ser resultado de soluções técnicas, do custo do trabalho, de operação e manutenção. Este último trata da durabilidade de materiais e componentes, ocorrência de manifestações patológicas e alterações nas necessidades dos usuários (GEHBAUER et al., 2002).

A fase de concepção é onde os resultados para os problemas de construção são mais eficientes e também onde se inicia a racionalização construtiva. A racionalização construtiva quando aborda o projeto e sua relação com o processo de construção recai sobre a construtibilidade.

A construtibilidade é uma diretriz para se atingir uma maior racionalização dos processos porque "integra projeto e construção dentro de uma visão holística, adota prioritariamente em todas as etapas os dados provenientes das operações construtivas e considera que a solução ótima é a de maior construtibilidade" (SABBATINI, 1989, p. 138).

De acordo com Hybiner et al. (2014), muitas patologias nas edificações estão relacionadas à fase de concepção de projeto, sendo necessários projetos melhores e mais detalhados, prevendo manutenção, vida útil, e evitando gastos excessivos gerados com patologias de uma manutenção tardia, já que os projetos têm impactos diretos no desempenho dos edifícios.

Surge também a necessidade de melhor capacitação da mão de obra, controle de qualidade mais rigoroso nas obras e maior exigência na qualidade de materiais e componentes empregados, o que refletirá em empreendimentos mais duráveis e com melhor conforto e segurança para os usuários finais. Segundo Lantelme (2004), está cada vez maior a exigência do cliente, tanto nos contratantes públicos, quanto privados e dos usuários finais, bem como a crescente complexidade do produto, caracterizadas pela introdução de novas tecnologias e a maior diversidade e especialização de sistemas.

Neste contexto, há dificuldade em se adequar projetos e produtos de acordo com todos os itens que a norma estabelece, como por exemplo, no desempenho térmico, no qual se relaciona quanto à ocupação do ambiente e o uso de equipamentos que produzem calor e influenciam no conforto térmico e, consequentemente, no desempenho do ambiente e esse fator não é levado em consideração, como afirmam Santo et al. (2016).

Para Oliveira e Mitidieri Filho (2012), cada vez mais a prática de projetar com enfoque em desempenho deve ser incorporada ao processo de projeto,

principalmente em razão das crescentes preocupações a respeito da durabilidade e da sustentabilidade. O desenvolvimento de empreendimentos de edifícios é uma atividade ampla que envolve a compreensão das necessidades dos clientes, o desenvolvimento dos projetos de produto (arquitetura, estrutura, instalações, etc.) e da produção, como isso envolve vários e diferentes profissionais (FABRÍCIO; MELHADO, 2001).

O desafio maior é englobar vários profissionais em diferentes etapas na elaboração dos empreendimentos, como a formalização e a solicitação para que fornecedores, visto que há escassez de informações e dados técnicos relevantes ao produto (OLIVEIRA; MITIDIERI FILHO, 2012).

O artigo propõe então investigar como projetistas e empresas construtoras estão trabalhando para a adoção de requisitos e critérios de desempenho de edificações, durante a fase de elaboração de projetos e execução de obra.

2 METODOLOGIA

A pesquisa foi do tipo quali quantitativa, com estratégia de trabalho do tipo levantamento de campo. Como método de trabalho, foram elaborados questionários (roteiro para as visitas) e listas de verificação para compreender o nível de conhecimento dos agentes envolvidos nos itens da norma de desempenho. A lista de verificação foi aplicada antes e após a consultoria.

Foram selecionados projetistas e construtores dentre os que manifestaram interesse na atualização da norma. Foram realizadas visitas técnicas com os representantes dessas empresas, em que ocorreram entrevistas estruturadas, análise de documentos e de projetos de empreendimentos que devem se adequar à norma (roteiro para as visitas).

No grupo dos projetistas, os respondentes foram arquitetos responsáveis pelo projeto arquitetônico e projetistas de instalações. Para as construtoras, os respondentes foram engenheiros de obras, gerentes ou supervisores de obras. As questões foram semelhantes, para facilitar a comparação entre os grupos.

A lista de verificação foi dividida em partes, conforme itens descritos no Quadro 1, e foi aplicada antes e após o contato dos agentes envolvidos com a norma. Em seguida, os dados foram tabulados em planilha eletrônica.

A questão básica era "Nossa empresa atende à norma de desempenho?", adaptado de CTE (2016). O respondente tinha que assinalar, utilizando uma escala de 1 a 5, se a empresa em que trabalha atendia adequadamente à questão para o item de norma avaliado (nota 5) ou não atendia (nota 1). Para os valores extremos da escala (1 e 5), era colocado um texto, sugerindo o grau de atendimento ou não do item. Existia ainda um campo para observações, por questão.

3 RESULTADOS

3.1 Descrição das empresas pesquisadas

As empresas pesquisadas, projetistas e construtoras, são de pequeno e médio porte e participaram de um processo de consultoria apoiado pelo SEBRAE para adequação à norma de desempenho. Foram entrevistadas 15 representantes de empresas construtoras e 07 de escritórios de projeto, desses 04 são arquitetos e 03 projetistas de instalações. Das 22 empresas envolvidas na pesquisa, apenas três já possuíam conhecimento prévio da norma.

As construtoras atuam em obras públicas e ou privadas, dedicando-se em sua maioria à produção de edificações. De modo geral, as empresas constroem habitações de interesse social. Essas são obras racionalizadas, sejam com alvenaria estrutural de blocos cerâmicos ou de concreto ou de paredes maciças moldadas no local.

Os projetistas entrevistados são responsáveis pela elaboração de projetos arquitetônicos e ou complementares e são fornecedores das construtoras pesquisadas. Por sua vez, os construtores, que muitas vezes também são incorporadores, dedicam-se à construção e contratação dos projetos, fornecendo informações aos projetistas e contribuindo assim para a concepção e definição do produto, bem como com a identificação de soluções construtivas. Após a edificação do produto, as empresas construtoras, em sua maioria, contratam uma empresa de consultoria para a elaboração do manual do usuário.

Apenas sete das empresas construtoras possuem certificação da qualidade. Nas demais, o controle dos serviços é realizado por documentos/planilhas elaborados pelas próprias empresas construtoras. Os projetistas não possuem certificação da qualidade.

3.2 Resposta à questão “Nossa empresa atende à norma de desempenho?”

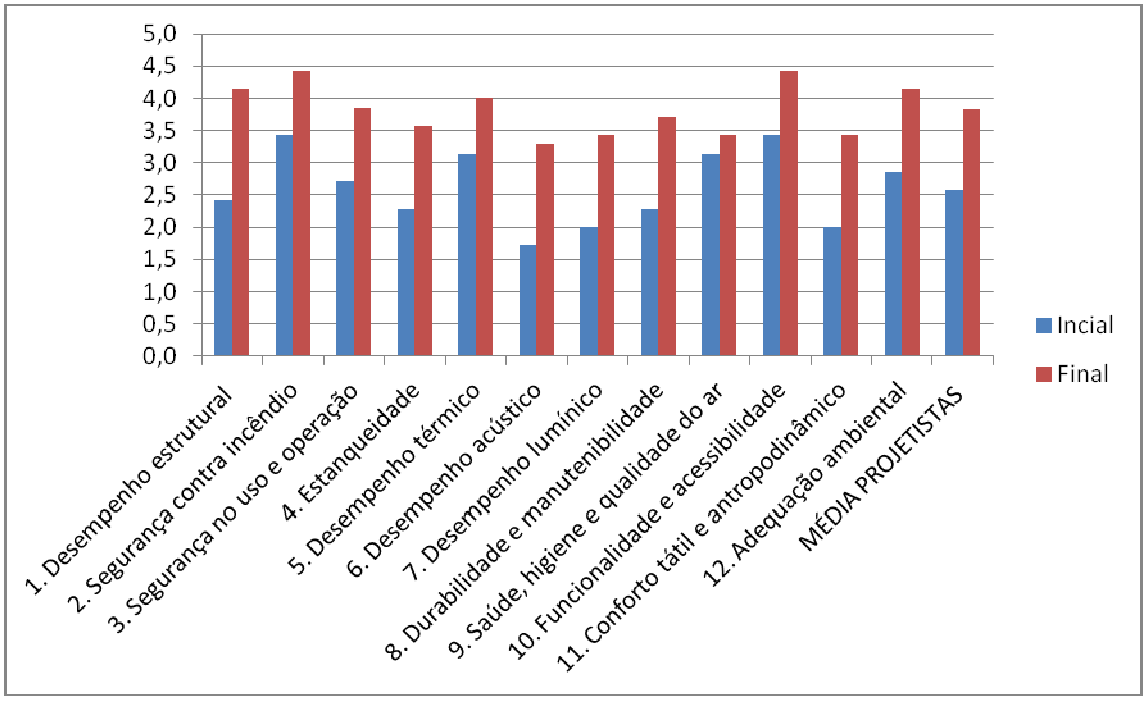
As Figuras 1 e 2 apresentam os resultados para a avaliação geral da pergunta, tendo como resultado a média das respostas das empresas para cada um dos itens investigados.

Observa-se, para ambos os resultados, que foi fomentada a discussão em grupo, inclusive com questões pertinentes a construtoras e projetistas, gerando novos conhecimentos, após o contato dos entrevistados com a norma de desempenho atual. Verifica-se ainda que os projetistas tiveram um ganho maior nesse acréscimo de conhecimento. Isso pode ser justificado pela demanda inicial e em maior volume com relação à qualidade dos projetos e o atendimento dos mesmos aos requisitos e critérios da norma.

Na Figura 1, observa-se que os itens de desempenho estrutural, segurança no uso e na operação, estanqueidade, desempenho acústico, desempenho lumínico, durabilidade e manutenibilidade, funcionalidade e acessibilidade, conforto tátil e antropodinâmico e adequação ambiental, foram os que

apresentaram mais avanço de conhecimento, com uma diferença de pelo menos dois pontos. Desses itens, somente funcionalidade e acessibilidade já eram de conhecimento dos projetistas, embora tenha sofrido uma grande modificação com a nova versão da norma de acessibilidade (ABNT, 2015).

Figura 1 – Resposta à questão "nossa empresa atende à norma de desempenho?" para os projetistas



Fonte: Os autores

Os itens de segurança contra incêndio, desempenho térmico e saúde, higiene e qualidade do ar foram pontuados com uma diferença menor no avanço do conhecimento.

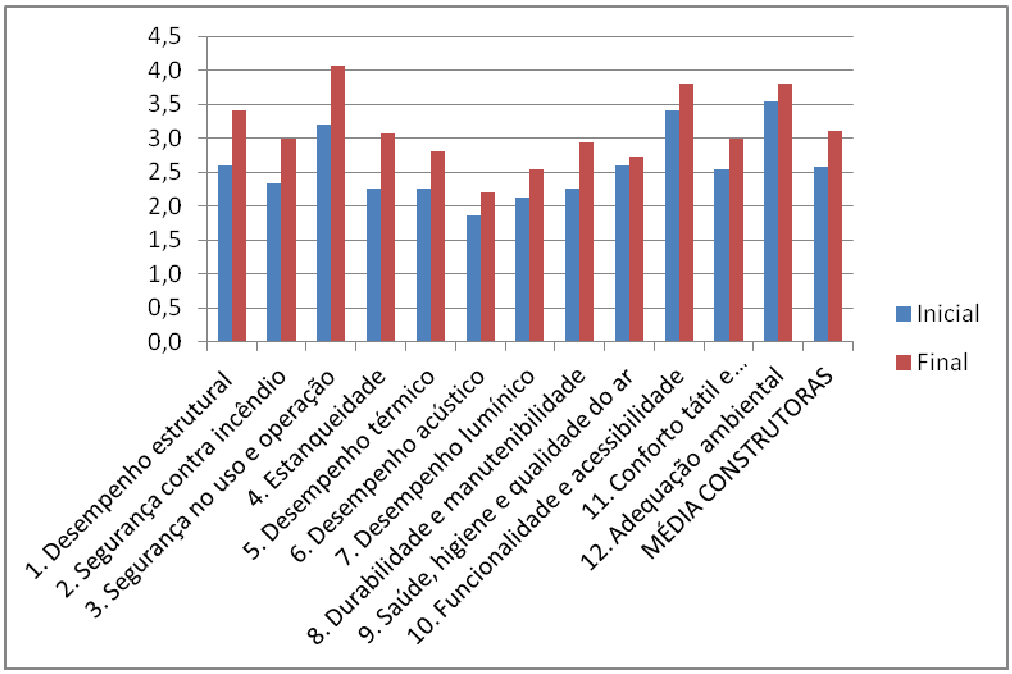
Muitos desses itens têm a participação direta dos projetistas, principalmente dos arquitetos, em termos de informações a serem fornecidas para as simulações térmica e de acústica, parâmetros para a elaboração do projeto estrutural e de outros projetos (complementares), que quando não coordenados impactam no cumprimento de requisitos técnicos e da norma de desempenho.

Os projetistas deveriam ainda ser os responsáveis pela especificação dos materiais, mas isso não foi constatado na prática, ficando a especificação a cargo, muitas vezes, do setor de suprimentos na empresa construtora. Com a aplicação da norma, espera-se que ocorra então um retorno da especificação para as etapas do projeto do empreendimento.

Diferentemente dos projetistas, os construtores (Figura 2) assinalaram incremento no conhecimento da norma com menos de um ponto de diferença. Apesar disso, os itens que se destacaram com dois pontos de diferença foram desempenho estrutural e segurança no uso e na operação.

Isso pode ser justificado porque com o avanço do conhecimento da norma os construtores começaram a perceber seu papel nesse processo que é de facilitador do cumprimento de itens de normas, seja pela contratação de projetos e de fornecedores que atendam à norma, bem como de gestão do canteiro de obras para garantir o cumprimento da norma, principalmente em termos de funcionalidade e acessibilidade e desempenhos térmico, acústico e lumínico, terminando com a entrega do manual do usuário, que passará a ser mais detalhado, de modo a explicitar as garantias.

Figura 2 – Resposta à questão "nossa empresa atende à norma de desempenho?" para as construtoras



Fonte: Os autores

Pode ser verificada mudança de postura das empresas com relação à NBR 15.575 após o processo de consultoria, conforme dados apresentados nas Figuras 1 e 2, bem como observações colhidas nas entrevistas e apresentadas neste artigo. Ademais, as empresas pretendem realizar a caracterização dos sistemas construtivos e sabem que isto pode impactar em mudança de fornecedores de materiais de construção, que precisam estar certificados e ter seus materiais em conformidade com as normas técnicas.

3.3 Dificuldades e melhorias para a implementação da norma de desempenho

Tanto os projetistas como os construtores relataram a importância da formação de um grupo de discussão para o levantamento das principais dificuldades na adequação à norma de desempenho e com potencial de solução em conjunto como, por exemplo: exigência de informações técnicas a serem disponibilizadas pelos fornecedores de materiais;

adequação do projeto e seus custos diante das responsabilidades trazidas pela nova norma, ensaios que podem ser elaborados em conjunto.

A documentação comprobatória de atendimento à norma de desempenho e seu arquivamento será composta por: projetos executivos, especificações, habite-se, autorização do corpo de bombeiros, documentação do pessoal que trabalha na obra, manual do usuário, manual de equipamentos (entregue ao sindico).

Os arquitetos observaram a necessidade de ter o projeto de validação dos itens da norma, uma vez que a apresentação dos projetos é de acordo com as exigências dos clientes (construtoras), para que possam se destacar no mercado em que atuam.

4 CONCLUSÕES

A norma de desempenho trouxe um novo desafio para o setor da construção civil, principalmente para os agentes fornecedores do produto edificado, projetistas e construtoras, com oportunidade de diferenciação de mercado.

Os entrevistados apresentaram avanços de conhecimento nos itens pesquisados, sendo os projetistas os que mais avançaram. Para os projetistas o item de funcionalidade e acessibilidade não é novo, porém em 2015 ocorreu uma atualização da norma de acessibilidade, o que provocou grandes mudanças.

Para as construtoras, os impactos repercutem no produto que entregam ao cliente e que, conforme observaram, é resultado das ações desenvolvidas ao longo do ciclo de vida do empreendimento, desde a concepção dos projetos até a entrega do manual do usuário e da manutenção.

É importante destacar a troca de conhecimento entre projetistas e construtoras, provocada pela necessidade de adequação à norma de desempenho, que resultará em uma maior integração entre esses agentes. Essa ação repercutirá nos produtos elaborados, atendendo premissas de projeto, passando pela garantia da racionalização e qualidade dos empreendimentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos representantes das empresas que foram entrevistados, à CAPES pela bolsa de pesquisa, que contribuíram para o desenvolvimento do trabalho relatado no artigo.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 15575** – Edificações Habitacionais – Desempenho. Partes 1 a 6. Rio de Janeiro: 2013.

_____. **NBR 9050** - Norma de Acessibilidade a Edificações, Mobiliário, Espaços e Equipamentos Urbanos. Rio de Janeiro: 2015.

BLANCO, M. **Por que atender à Norma de Desempenho**. 12 maio 2010. Construção / Gestão / Por que atender a norma de desempenho. Disponível em: www.piniweb.com.br. Acesso em 23 jan 2016.

BRANDÃO, L.; MELO, K. Análise de diferentes tipologias de construção em concreto e PVC. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2014, Maceió. **Anais**... Maceió, 2014.

BRANDSTETTER, M. C. G. O.; NOGUEIRA, P. H. M.; DAUMAS, M. M.; CELESTINO, P. H. M. Estudo de caso brasileiro quanto ao planejamento de habitações de interesse social. In: ENCUENTRO LATINO-AMERICANO DE GESTIÓN Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN, 4ª, 2011, Santiago. **Proceedings...** Santiago, 2011, 10p.

BRASIL. **Lei nº. 8.078, de 11 de setembro de. 1990**, que dispõe sobre a proteção do consumidor e dá outras providências. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L8078.htm. Acesso em janeiro de 2016.

CBIC. **Desempenho de edificações habitacionais**: guia orientativo para atendimento à norma ABNT NBR 15575/2013/Câmara Brasileira da Indústria da Construção. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2013, 300p.

____. **Dúvidas sobre a norma de desempenho: especialistas respondem às principais dúvidas e elencam requisitos de suportes para elaboração de projetos** /coordenadores: José Carlos Martins, Dionyzio Klavdianos, José Maria Soares, Raquel Riberio; atores Adriana Camargo de Brito et al. – Brasília: Câmara Brasileira da Indústria da Construção – CBIC, 2015, 161p.

CTE. **Questionário**: NOSSA EMPRESA ATENDE À NORMA DE DESEMPENHO? Acesso restrito. 2016.

FABRICIO, M. M.; MELHADO, S. B. Desafios para integração do processo de projeto na construção de edifícios. In: WORKSHOP NACIONAL: GESTÃO DO PROCESSO DE PROJETO NA CONSTRUÇÃO DE EDIFÍCIOS, São Carlos, 2001. **Anais**... São Carlos, 2001. Disponível em: http://www.lem.ep.usp.br/gpse/es23/anais/desafios_para_integracao_do_processo_de_projeto.pdf . Acesso em 10/03/2016.

FERREIRA, C. C.; PEREIRA, I. M. Avaliação do Desempenho Térmico de Habitação de Interesse Social de Acordo com a NBR 15575, para as Diversas Zonas Bioclimáticas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONTRUÍDO, 14ª, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2012.

GEHBAUER, F., EGGENSPERGER, M., ALBERTI, M. E., NEWTON, S. A. **Planejamento e gestão de obras:** um resultado prático da cooperação técnica Brasil - Alemanha. Curitiba: Editora CEFET-PR, 2002, 529p.

GUILLOU, F. A.; SANTOS, A. O.; SERRA, S. M. B. Avaliação da utilização dos princípios da construção enxuta: caso de duas construtoras de médio porte. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13ª, 2010, Canela. **Anais...** Canela, 2010, 10p.

HYBINER, J. M. B. M.; TIBIRIÇÁ, A. C. G.; CARVALHO, A. W. B. de; MURAT, M. G.; HOSKEN, C. Uso da NBR15575: 2013 na avaliação técnico-construtiva de um conjunto habitacional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15ª, 2014, Maceió. **Anais**... Maceió, 2014, 9p.

LANTELME, E. M. V. **Uma teoria para o desenvolvimento da competência dos gerentes da construção:** em busca de consiliência. 2004. Disponível em: http://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/5229/000467804.pdf?sequence=1 Acesso em 10/03/2016.

LICHTENSTEIN, N. B. **Formulação de modelo para o dimensionamento do sistema de transporte em canteiro de obras de edifícios de múltiplos andares**. 1987. Tese de doutoramento. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1987.

OKAMOTO, P. S.; MELHADO; S. B. A Norma Brasileira de Desempenho e o Processo de Projeto de Empreendimentos Residenciais. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15ª, 2014, Maceió. **Anais**... Maceió, 2014.

OLIVEIRA, V. M.; HIPPERT, M. A. S.; PERUGINI, M. M.; LIMA, J. Normas brasileiras contidas na norma de desempenho NBR 15575:2013. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE QUALIDADE DO PROJETO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 3ª; ENCONTRO BRASILEIRO DE TECNOLOGIA DE INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO, 6ª, 2013, Campinas. **Anais**... Porto Alegre, 2013, 12p.

OLIVEIRA, L. A.; MITIDIERI FILHO, C. V. O Projeto de Edifícios Habitacionais Considerando a Norma Brasileira de Desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 7, n. 1, p. 90-100, 2012.

ONO, R; FABRÍCIO, M. M. **Avaliação de desempenho de tecnologias construtivas inovadoras:** manutenção e percepção dos usuários. Porto Alegre: ANTAC, 2015, 159p.

SABBATINI, F. H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos** – formulação e aplicação de uma metodologia. Tese (Doutorado em Engenharia) – Pós-graduação em Engenharia Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1989. 321 p.

SANTO, A. D.; ALVAREZ, C. E.; NICO-RODRIGUES, E. A. Conforto e desempenho térmico em contradição na NBR 15575. **Cadernos PROARQ**, v. 20, p. 116-136. http://cadernos.proarq.fau.ufrj.br/public/docs/Proarq_20-114.pdf. Acesso em 10/03/2016.

SILVA, F. B.; BARROS, M. M. S. B. Planejamento de processos de construção para a produção industrializada em larga escala de edifícios habitacionais: um modelo baseado na indústria de manufatura. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14ª, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2012, 9p.

SILVESTRE, M. G.; CARDOSO, L. R. A. Influência dos sistemas construtivos nas modificações do ambiente construído promovidas pelo usuário em

empreendimentos de HIS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14ª, 2012, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, 2012, 6p.

THOMAZ, E. **Tecnologia, gerenciamento e qualidade na construção**. São Paulo: Editora Pini, 2001.

VIVAN, A. L.; PALIARI, J. C.; NOVAES, C. C. Vantagem produtiva do sistema light steel framing: da construção enxuta à racionalização construtiva. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13ª, 2010, Canela. **Anais**... Canela, 2010, 10p.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

GESTÃO DA MANUTENÇÃO E A NBR 15.575/2013[1]

SANTOS, Flávia Maria Ávila dos Santos (1); HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz (2)

(1) UFJF, e-mail: flavinha_sam@yahoo.com.br; (2) UFJF, e-mail: aparecida.hipper@ufjf.edu.br

RESUMO

As discussões acerca de sustentabilidade em edificações têm buscado promover uma relação equilibrada entre o homem e o meio ambiente, principalmente no que se refere às questões que possam ser minimizadas através de um adequado planejamento. Surge, então, a Norma Brasileira de Desempenho, NBR 15.575/2013, e suas três exigências referentes ao tema sustentabilidade: durabilidade, manutenibilidade e impactos ambientais. Este trabalho objetiva verificar o atendimento à manutenibilidade por parte das empresas construtoras, ou seja, o grau de facilidade com que um sistema, elemento ou componente pode ser mantido ou recolocado no estado para que possa executar as funções requeridas pelo projeto. A metodologia utilizada consistiu em uma revisão bibliográfica bem como a análise de dados extraídos de dois estudos de caso recentes realizados junto a nove empresas construtoras, em Juiz de Fora/MG. Como conclusão salienta-se a necessidade de maior disseminação da norma de desempenho no setor local junto aos intervenientes atuantes de maneira que as informações de manutenção sejam consideradas em projeto e incluídas nos manuais disponibilizados, mas que também sejam aplicadas na prática.

Palavras-chave: NBR 15.575/2013. Norma de Desempenho. Manutenibilidade.

ABSTRACT

Discussions about sustainability in buildings have sought to promote a balanced relationship between man and the environment, especially in relation to issues that can be minimized through proper planning. Then comes the Brazilian Performance Standard, NBR 15,575 / 2013 and its three requirements relating to sustainability: durability, maintainability and environmental impacts. This study aims to verify the compliance with maintainability by the construction companies, the facility with which a system, element or component can be maintained or replaced in the state so that it can perform the functions required by the project. The methodology consisted of a literature review and analysis of data extracted from two recent case studies with nine construction companies, in Juiz de Fora/MG. In conclusion emphasizes the need for greater dissemination of performance standard in place sector with the active stakeholders so that maintenance information is considered in the design and included in the available textbooks, but they are also applied in practice.

***Keywords**: NBR 15.575/2013. Brazilian Performance Standards. Maintenability.*

[1] SANTOS, Flávia Maria Ávila dos Santos; HIPPERT, Maria Aparecida Steinherz. Gestão da manutenção e a NBR 15.575/2013. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento das discussões acerca da sustentabilidade na construção civil no Brasil tem se refletido em um instrumento fomentador do desenvolvimento das empresas de edificações. É fundamental estabelecer uma relação equilibrada entre o homem e o meio-ambiente, principalmente no que se refere às questões que possam ser minimizadas através de um adequado planejamento. A sustentabilidade deve ser buscada em todas as esferas que envolvem o processo de construção. Dois conceitos associados são a qualidade e o desempenho. O aperfeiçoamento dos parâmetros construtivos e o desenvolvimento constante dos sistemas que compõem as edificações se configuram como importantes agentes atribuidores de qualidade e desempenho para as edificações. Neste contexto surge a Norma Brasileira de Desempenho, a NBR 15.575/2013, estabelecendo diferentes níveis de desempenho que se referem ao comportamento da edificação e de seus sistemas quando em uso.

O estabelecimento de desempenho de uma edificação se baseia na definição de requisitos, critérios e métodos de avaliação a serem cumpridos pelos intervenientes para a edificação e seus sistemas. Dessa forma, quando tais requisitos, critérios e métodos de avaliação são abarcados nas fases que compõem o projeto, execução e uso de uma edificação, tem-se configurado o desempenho da mesma. Suas especificações são uma expressão das funções que competem à edificação ou aos seus sistemas. A Norma de Desempenho, então, traz consigo especificações que traduzem as necessidades específicas ao uso habitacional das edificações, bem como às necessidades de seus usuários. No contexto da sustentabilidade, a NBR 15.575/2013 apresenta três exigências: durabilidade, manutenibilidade e impactos ambientais. O objetivo do artigo é verificar o atendimento à exigência de manutenibilidade por parte das empresas construtoras de edificações, bem como apurar a entrega do Manual de Uso, Operação e Manutenção ao usuário.

2 DESEMPENHO E MANUTENÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Em geral, desempenho de edificações pode ser definido como o comportamento em uso de uma edificação e de seus sistemas. Segundo Borges (2008)

> O desafio mundial é que este comportamento atenda às expectativas dos usuários das edificações ao longo de uma determinada vida útil e dentro da realidade técnica e socioeconômica de cada país e empreendimento. (BORGES, 2008)

Ainda de acordo com Blachere (1969) *apud* Borges (2008) "O desempenho de uma edificação pode ser entendido como seu comportamento em uso ao longo de sua vida útil". A palavra desempenho se refere a um nível de um produto ou serviço comparado com o nível para este mesmo produto ou serviço, entregue. A busca por edificações sustentáveis atua como agente fomentador na procura por melhores padrões de excelência, além de um

maior desempenho das edificações projetadas. De acordo com Szigeti *et al* (2014) "Edifícios projetados com base no desempenho é uma abordagem relacionada ao design, operação e manutenção de um edifício durante todo o seu ciclo de vida; essencialmente, o seu desempenho geral."

Em paralelo, as ações de manutenibilidade na construção civil têm se mostrado uma importante ferramenta no cenário sustentável. Segundo a ABNT (2012),

> Manutenção é o conjunto de atividades que se deve realizar com o intuito de conservar ou recuperar a capacidade funcional de uma edificação e de seus sistemas constituintes para que seja possível prover o usuário de suas necessidades de segurança adequadamente. (ABNT, 2012)

Os sistemas e componentes de uma edificação necessitam de inspeções regulares no que tange a manutenção dos mesmos. Ações adequadas de manutenção contribuem com a conservação das edificações, preservando sua vida útil e contribuindo com a sustentabilidade no setor.

Para tanto, é fundamental que o incorporador forneça ao usuário ou proprietário o manual do usuário contendo informações acerca da realização das atividades de manutenção (ABNT, 2013). Além disso, os componentes e sistemas devem ser projetados de forma a facilitar a manutenibilidade do edifício, bem como prever a periodicidade através da qual essa deva ser realizada.

2.1 Norma Brasileira de Desempenho – NBR 15.575/2013

Criada em 2008, a Norma de Desempenho, NBR 15.575 – Edificações Habitacionais - Desempenho, passou por uma revisão e entrou em vigor em julho de 2013. Ela estabelece requisitos de qualidade e desempenho a serem atendidos pelas empresas de edificações, visando garantir que as novas edificações contenham níveis mínimos de desempenho para seus elementos e sistemas ao longo de sua vida útil, além de uniformizar os parâmetros exigidos pelo mercado.

A norma está organizada em seis partes: (1) Requisitos Gerais, (2) Sistemas Estruturais, (3) Sistemas de Pisos, (4) Sistemas de Vedações Verticais Internas e Externas, (5) Sistemas de Coberturas e (6) Sistemas Hidrossanitários. Para cada parte foram estabelecidos requisitos a serem cumpridos pelos intervenientes envolvidos no processo de construção, independente da etapa projetual em que se encontram. Os intervenientes considerados são o incorporador, o construtor, o fornecedor do insumo, do material, do componente e/ou sistema, o projetista e o usuário. Algumas das contribuições da norma são a regulação do mercado da construção civil, a promoção e salvaguarda da segurança jurídica para os seus consumidores. Mesmo não se tratando de uma lei, a ABNT é reconhecida pela legislação brasileira como a "entidade responsável por determinar padrões mínimos de qualidade para produtos e serviços realizados no Brasil" (CBIC, 2013) sendo utilizada como critério pela justiça nacional em ocorrências que necessitem de tratamento judicial.

A NBR 15.575/2013 estabelece três fatores que expressam as necessidades dos usuários no que se refere à sustentabilidade: durabilidade, manutenibilidade e impacto ambiental. A manutenibilidade, alvo de estudo deste artigo, é definida pela norma como

> (...) grau de facilidade de um sistema, elemento ou componente de ser mantido ou recolocado no estado no qual possa executar suas funções requeridas, sob condições de uso especificadas, quando a manutenção é executada sobre condições determinadas, procedimentos e meios prescritos. (ABNT, 2013)

Seu requisito principal é favorecer e facilitar as atividades de manutenção e inspeções prediais, bem como as intervenções previstas. As medidas visam manter a capacidade dos edifícios e de seus sistemas, otimizando a manutenção dos mesmos que, quando realizada da maneira adequada e em condições favoráveis, se tornam eventos a serem realizados em intervalos maiores. De acordo com a norma cabe ao usuário ou seu preposto realizar a manutenção de acordo com o que estabelece o manual do usuário fornecido pelo incorporador/construtor da edificação.

2.2 Norma de Desempenho e manutenibilidade

A Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (ASBEA) elaborou em 2015 uma cartilha para arquitetos acerca da aplicação da Norma de Desempenho NBR 15.575/2013 (ASBEA, 2015). Com relação à manutenção de edificações, o CAU traz à luz as ações a serem tomadas pelos arquitetos no momento da realização do projeto.

A primeira refere-se à vida útil de projeto (VUP) do edifício e dos sistemas que não deve ser inferior aos limites estabelecidos pela norma. Dessa forma, fica a cargo do arquiteto e do coordenador incluir no projeto: indicação da vida útil de projeto; condições de exposição do edifício e suas partes; menção às normas aplicáveis às condições ambientais vigentes da época do projeto e a utilização prevista da edificação; especificações compatíveis com a VUP; condicionantes da execução que influenciem na vida útil; atividades de manutenção necessárias para alcançar a vida útil de projeto, como o prazo de substituição e as operações de manutenções periódicas pertinentes; orientação no Manual de Uso, Operação e Manutenção de cada sistema.

Com relação ao manual, a ASBEA (ASBEA, 2015) argumenta que devem constar as características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos ou equipamentos constituintes; recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada; periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.

Segundo a Norma, para a manutenção de sistemas estruturais, o manual deve conter a periodicidade, forma de realização e forma de registro das inspeções prediais, bem como das manutenções, suas técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para suas diferentes modalidades.

Para os sistemas de vedações verticais internas e externas, deve ser mantida sua capacidade funcional durante a vida útil do projeto, desde que submetidos às intervenções periódicas de manutenção. A fim de se validar e facilitar tais ações, algumas premissas devem ser levadas em conta na etapa de projeto. O responsável pelo fornecimento ou execução dos sistemas deve estabelecer a periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções. Além disso, as técnicas, processos, equipamentos, especificação e previsão quantitativa de todos os materiais necessários para as diferentes modalidades de manutenção devem ser descritos e fornecidos, o que se inclui ações de pinturas, tratamentos de fissuras e limpeza. Os sistemas devem, ainda, ser submetidos a manutenções preventivas e, quando necessário, manutenções corretivas e de conservação previstas no manual de operação, uso e manutenção.

No que se refere à manutenção dos sistemas de coberturas, a norma NBR 15.575/2013 estabelece que durante a fase de projeto devem ser previstos meios de acesso, dispositivos de segurança e boas condições ergonômicas visando facilitar as ações de inspeções e manutenções. Devem constar, ainda, em projeto, o prazo de substituição e as operações de manutenções periódicas pertinentes. O Manual de operação, uso e manutenção das coberturas, deve contemplar as instruções práticas para a conservação do sistema. Para tanto, algumas premissas de projeto devem ser levadas em conta no momento da elaboração do manual, tais como: as características gerais de funcionamento dos componentes, aparelhos ou equipamentos constituintes da cobertura, ou que com esta interfiram ou guardem direta relação; as recomendações gerais para prevenção de falhas e acidentes decorrentes de utilização inadequada; a periodicidade, forma de realização e forma de registro de inspeções e manutenções.

Quanto aos sistemas hidrossanitários, estes devem ser projetados de forma a permitir inspeções em função das especificações descritas. Uma vez que a vida útil dos componentes constituintes dos sistemas hidrossanitários encontra-se sujeita às ações do meio ambiente, às características intrínsecas dos materiais e dos solos, estes componentes podem apresentar vida útil menor do que a vida útil de projeto. Dessa forma, devem ser descritos em projeto os prazos de substituições e manutenções periódicas pertinentes. Na fase de projeto devem ser estabelecidas as condições para acesso, limpeza e manutenção de reservatórios de água enterrados e superiores, casas de bombas, dentre outros. Nos projetos devem conter, ainda, previsões de dispositivos de inspeção nas tubulações de esgoto e de água pluviais, atendendo as normas pertinentes. No que diz respeito ao Manual de operação, uso e manutenção das instalações hidrossanitárias, o fornecedor do sistema, dos elementos ou componentes que compõem a edificação deve especificar todas as condições de uso, operação e manutenção dos sistemas hidrossanitárias, incluindo o "Como Construído".

De forma resumida, a Tabela 1 explana os requisitos referentes à manutenibilidade exigidos pela Norma de Desempenho. Os requisitos são

dispostos de acordo com as partes que os compreendem (generalidades, estrutura, vedações verticais, coberturas e instalações hidrossanitárias) e, para cada uma das partes, são descritos os critérios e métodos de avaliação da manutenção predial. Para a parte referente aos sistemas de pisos a norma não explana critérios de manutenção para os mesmos.

Tabela 1: Manutenibilidade – NBR 15.575/2013 (ABNT, 2013).

	CRITÉRIO	MÉTODO DE AVALIAÇÃO
GENERALIDADES	Facilidade ou meios de acesso: o edifício e seus sistemas devem fornecer as condições de acesso para inspeção predial através da instalação de suportes para fixação de andaimes, balancins ou outro meio que possibilite a realização da manutenção.	Análise de projeto: o projeto deve ser adequadamente planejado, de modo a possibilitar os meios que favoreçam as inspeções prediais e a manutenção. A incorporadora ou construtora deve fornecer ao usuário um manual que atenda à ABNT NBR 14037:2011. A gestão da manutenção deve atender à NBR 5674:2012.
ESTRUTURA	Manual de uso, operação e manutenção do sistema estrutural.	Verificação do atendimento dos processos de manutenção especificados em manual.
VEDAÇÕES VERTICAIS	Manual de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedações.	Análise do manual de uso, operação e manutenção.
COBERTURAS	Manual de uso, operação e manutenção das coberturas.	Análise do manual de uso, operação e manutenção.
INSTALAÇÕES HIDROSSANITÁRIAS	Devem ser previstos dispositivos de inspeção em tubulações de esgoto e águas pluviais nas condições prescritas nas ABNT NBR 8160 e 10844.	Verificação do projeto ou inspeção em protótipo.
	Manual de uso, operação e manutenção das instalações hidrossanitárias: especificar as condições de uso, operação e manutenção, incluindo o "Como Construído".	Análise do manual de uso, operação e manutenção.

Fonte: NBR 15.575/2013 (ABNT).

3 METODOLOGIA

A metodologia do trabalho consistiu em uma revisão bibliográfica seguida da análise de dados extraídos de pesquisas já realizadas junto a empresas de edificações, na cidade de Juiz de Fora/MG.

A primeira pesquisa, realizada por Mattos (2015), consistiu em entrevistas semiestruturadas junto aos diretores das quatro únicas empresas com sede em Juiz de Fora/MG atuantes no Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) do Governo Federal. Além disso, fora realizada a análise de cinco Manuais de Uso, Operação e Manutenção fornecidos ao usuário. Os manuais foram cedidos pelos empreendedores responsáveis pelos empreendimentos ou pela Gerência de Desenvolvimento Urbano de Juiz de Fora (GIDUR JF).

A segunda pesquisa, realizada por Ferreira (2015), consistiu na realização de entrevistas semiestruturadas com os engenheiros responsáveis por cinco empresas de edificações. Tratam-se de cinco empresas construtoras de edificações, sendo quatro voltadas à idealização de edificações residenciais de médio/alto porte, bem como comerciais. A quinta empresa idealiza projetos para o Programa Minha Casa Minha Vida. O objetivo da realização das entrevistas foi o de verificar como os requisitos de manutenibilidade são tratados pelas empresas.

4 RESULTADOS E ANÁLISES

4.1 Manutenibilidade: atendimento à NBR 15.575/2013

Os resultados obtidos junto às empresas consultadas podem ser observados na Tabela 2 a seguir, em que as empresas identificadas como EMPRESA A, EMPRESA B, EMPRESA C e EMPRESA D são referentes à pesquisa realizada por Mattos (2015) e as empresas identificadas como EMPRESA E, EMPRESA F, EMPRESA G, EMPRESA H e EMPRESA I se referem à pesquisa realizada por Ferreira (2015).

Tabela 2: Manutenibilidade – atendimento à NBR 15.575/2013.

REQUISITO/EMPRESA	A	B	C	D	E	F	G	H	I
GENERALIDADES	N	N	N	S	S	S	S	N	N
ESTRUTURA	N	N	N	S	N	S	S	S	S
VEDAÇÕES VERT.	N	N	N	S	N	S	S	N	N
COBERTURAS	N	N	N	S	N	S	S	N	N
INST. HIDROSSAN.	N	P	P	S	P	S	S	S	S

Fonte: Os autores

Legenda: S – Sim, N – Não, P – Parcialmente

Embora os requisitos estabelecidos pela norma não sejam, em grande parte, atendidos pelas empresas consultadas, pôde-se verificar que algumas medidas relativas à manutenção são consideradas pelas empresas. A EMPRESA A considera, no momento da execução da obra, a umidade referente às paredes dos ambientes cozinha e banheiro, bem como o revestimento de piso, a fim de evitar a necessidade de manutenções desnecessárias advindas de umidade em excesso ou revestimento mal assentado. Pela mesma razão, a EMPRESA B verifica a qualidade de aplicação do revestimento externo e da pavimentação.

Na EMPRESA C fora observada uma constante busca por melhores práticas voltadas às instalações hidráulicas e na EMPRESA D todas as etapas da execução da obra são levadas em conta no que diz respeito à manutenção. Fora constatado, também, que a EMPRESA E lança mão de materiais de melhor qualidade, visando à vida útil e também a facilidade de manutenção, ação facilitada pela utilização de *shafts* como acesso. Além disso, outras medidas são tomadas objetivando evitar o aparecimento de falhas que levariam à necessidade da constante manutenção, como a

impermeabilização, estanqueidade das instalações (hidrossanitária e elétrica) e ventilação dos ambientes.

A EMPRESA F realiza a supervisão durante a obra a fim de verificar a manutenibilidade das instalações de água, esgoto e águas pluviais. Na EMPRESA G, o acesso às instalações elétricas e hidráulicas ocorre de maneira simples e, em alguns projetos, alçapões são usados facilitando o acesso a calhas e caixas d'água. Quanto à vida útil da edificação, há a garantia mínima de 60 anos ou mais. Quanto à EMPRESA H, o engenheiro entrevistado alegou que não observa, por parte dos projetistas, a priorização da manutenção dos sistemas, assim como das especificações dos artifícios que facilitariam o acesso aos mesmos. Quanto á vida útil do edifício e seus sistemas, a empresa não consulta a Norma de Desempenho constantemente, ação que ocorre de forma gradativa. Foi observado, ainda, que a escolha dos materiais é realizada em função da facilidade de manutenção dos mesmos, priorizando aqueles que não necessitam de manutenção constante, o que também fora observado na EMPRESA I. Além disso, a EMPRESA I aborda as questões de manutenibilidade no que diz respeito ao sistema estrutural, às instalações e à acessibilidade.

Os resultados obtidos por Mattos (2015) permitem concluir que os usuários dos empreendimentos pleiteiam ações de manutenção, o que faz com que as empresas se atentem às medidas possíveis a serem tomadas no momento da concepção projetual. No período em que os empreendimentos são executados, as empresas cuidam de alguns dos sistemas, considerados por elas mais propensos a problemas como: umidade das áreas molhadas, revestimentos dos pisos, revestimentos externos, instalações hidráulicas e pavimentação. Sendo, no entanto, os demais sistemas negligenciados, principalmente os que exigem adequações relativas à NBR 15.575/2013.

A pesquisa realizada por Ferreira (2015) evidencia o não cumprimento ou o cumprimento parcial dos requisitos de manutenção exigidos pela norma. Responsabilidade essa atribuída pelas empresas aos projetistas. As ações relativas à manutenção acontecem de forma pontual, em sistemas específicos. As problemáticas são variáveis de acordo com a empresa, embora alguns componentes não sejam considerados. Contudo, no exercício possível das construtoras, algumas medidas são levadas em consideração na execução da obra, a se citar a escolha de materiais que necessitam de manutenção esporádica, que possuem vida útil compatível com a edificação e contam com meios de manutenção facilitada.

4.2 Manual de Uso, Operação e Manutenção

Referente à análise dos cinco manuais do proprietário, Mattos (2015) conclui que, de maneira geral, os manuais possuem boa parte das informações exigidas pela norma.

Embora as empresas consultadas elaborem e forneçam o Manual de Uso, Operação e Manutenção contendo as informações necessárias, foram

observadas objeções recorrentes por parte dos usuários no que se refere à manutenção de determinados sistemas. As necessidades relativas à manutenibilidade apresentam uma urgência no que se refere tanto à conduta dos usuários, no tocante da demanda por manutenção e execução da mesma, bem como da prática dos incorporadores ao abarcar previsões de manutenção desde a etapa projetual até o fornecimento do manual.

Ferreira (2015) apurou que apenas as empresas F, G e H entregam o Manual de Uso, Operação e Manutenção ao usuário. A ausência do manual ocasiona no não cumprimento adequado das ações de manutenção necessárias à vida útil da edificação.

4.3 Recomendações

A NBR 15.575/2013 traz premissas básicas de manutenibilidade a serem levadas em conta nas diversas etapas que envolvem a elaboração de uma edificação. No que se refere ao atendimento aos requisitos impostos pela norma, fora observado que as empresas consultadas não os atendem em totalidade.

Porém, uma vez que a NBR 15.575/2013 possui força de lei, torna-se necessário um maior investimento por parte do poder público, bem como dos órgãos pertinentes no que tange a investimentos voltados à conscientização das empresas acerca da importância da Norma de Desempenho. Neste sentido o Sindicato da Construção Civil (SINDUSCON) da cidade tem promovido ações de incentivo e conscientização acerca da importância da adesão à norma e o cumprimento de seus requisitos.

Relativo ao fornecimento do Manual de Uso, Operação e Manutenção fornecido ao proprietário, é necessário que as empresas considerem as necessidades prediais referentes à manutenção tanto nas obras, quanto nos manuais. Para tanto, as informações relativas às ações de manutenção devem ser incluídas no manual, a fim de que sejam realizadas de maneira apropriada e, assim, a vida útil da edificação seja prolongada.

5 CONCLUSÃO

Frente ao cenário de sustentabilidade no setor da construção civil, o que se observa é uma busca por maiores índices de qualidade e desempenho. Uma ferramenta nessa busca é a manutenibilidade.

A NBR 15.575/2013 traz consigo requisitos a serem considerados por incorporadores e empresas de edificações em todas as etapas de elaboração de um edifício. Contudo, a realidade constatada é o não cumprimento dos requisitos nas várias etapas do empreendimento. As empresas, de um modo geral, cumprem as premissas referentes à manutenção de forma pontual, compreendendo apenas sistemas e componentes específicos.

Assim, salienta-se a necessidade de maior disseminação da norma de desempenho no setor local junto aos intervenientes atuantes de maneira que as informações de manutenção sejam consideradas em projeto e incluídas nos manuais disponibilizados, mas que também sejam aplicadas na prática.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a CAPES e à FAPEMIG pelo apoio à pesquisa.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 5674: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção.** Rio de Janeiro, 2012.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575: Edificações Habitacionais - Desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

ASBEA Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura. **Guia para arquitetos na aplicação da norma de desempenho.** Brasília, 2015.

BORGES, C. A. M. **O conceito de desempenho de edificações e a sua importância para o setor da construção civil no Brasil.** 2008. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2008.

CBIC CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Desempenho de Edificações Habitacionais** – Guia Orientativo para Atendimento à Norma ABNT NBR 15575/2013. Brasília, 2013.

FERREIRA, K. L; **Impactos da Nova Norma de Desempenho e Diretrizes para a sua Aplicação nas Pequenas Empresas de Construção Civil.** Relatório (Iniciação Científica) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2015.

MATTOS Jr, V. H. C. de; **Manutenção e Desempenho em Habitações de Interesse Social.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Juiz de Fora. Juiz de Fora, 2015.

MEACHAM, B. J.; **Concepts of a Performance-based Building Regulatory System for the United States.** Boston, USA, 1998.

SZIGETI, F.; DAVIS, G. **Performance Based Building: conceptual framework performance based building thematic network: 2001-2005.** Rotterdam: CIB, 2005. (PeBBu Final Report, EC 5th Framework).

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO FUNCIONAL E AMBIENTAL DO PMCMV: O CASO DO RESIDENCIAL JARDIM SUCUPIRA[1]

SARAMAGO, Rita de Cássia Pereira (1); VILLA, Simone Barbosa (2); PORTILHO, Gabriela Barros (3)

(1) FAUeD/UFU, e-mail: saramagorita@gmail.com; (2) FAUeD/UFU, e-mail: simonevilla@yahoo.com; (3) FAUeD/UFU, e-mail: gabibportilho@hotmail.com

RESUMO

Com mais de 2,4 milhões de unidades habitacionais entregues até setembro de 2015, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) tem gerado impactos significativos no Brasil. Portanto, torna-se necessário acompanhar constantemente sua produção mediante a aplicação de metodologias de avaliação pós-ocupação (APO). Assim, o presente trabalho apresenta pesquisa realizada pela FAUeD/UFU (Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia) em parceria com o IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) para desenvolver procedimentos metodológicos de APO em habitações do Programa, enfocando resultados do Residencial Jardim Sucupira (Uberlândia/MG). Para tanto, estruturou-se esta comunicação da seguinte maneira: (i) contextualização da problemática e apresentação dos objetivos da pesquisa; (ii) fundamentação teórica do trabalho; (iii) descrição da metodologia desenvolvida, incluindo a definição dos instrumentos de avaliação; e (iv) análise dos principais resultados obtidos no estudo de caso apresentado. Tais resultados demonstram a necessidade de ampliação dos padrões de qualidade funcional e ambiental das habitações produzidas pelo PMCMV para que melhor atendam às demandas de seus usuários e do meio ambiente em que se inserem. A disposição da metodologia proposta pode auxiliar ainda gestores públicos e privados na compreensão de seus desafios frente à produção habitacional e na busca por melhores práticas.

Palavras-chave: Qualidade Funcional e Ambiental. Avaliação Pós-Ocupação. Programa Minha Casa Minha Vida. Habitação de Interesse Social.

ABSTRACT

With over 2.4 million housing units delivered by September 2015, "Minha Casa Minha Vida" Program (PMCMV) has generated considerable impacts on Brazil. Therefore, it is necessary to constantly monitor its production through the application of post-occupancy evaluation (POE) methodologies. This work presents the research conducted by Faculty of Architecture and Urbanism and Design of Federal University of Uberlândia (FAUeD/UFU) in partnership with IPEA (Institute of Economic Applied Research) in order to develop methodological procedures of POE to be applied in PMCMV's housing units – focusing on the results of "Residencial Jardim Jucupira" (Uberlândia/MG). This communication was structured as follows: (i) contextualization of the research and presentation of its objectives; (ii) theoretical basis of the work; (iii) description of the methodology developed, including the definition of the evaluation instruments; (iv) analysis of the main results of the case study presented. These results demonstrate the need to expand functional and environmental quality of the housing

[1] SARAMAGO, R.C.P.; VILLA, S.B.; PORTILHO, G.B. Avaliação funcional e ambiental do PMCMV: o caso do residencial jardim sucupira. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

units produced by PMCMV aiming to better meet the demands of their users and of the environment in which they are situated. The provision of this methodology can also helps public and private managers in understanding their challenges facing social housing production and their search for best practices.

***Keywords**: Functional and Environmental Quality. Post-Occupancy Evaluation. Minha Casa Minha Vida Program. Social Housing.*

1 INTRODUÇÃO

Observando a marca atual de mais de 4 milhões de unidades habitacionais (UHs) contratadas até setembro de 2015, dentre as quais 2,4 milhões foram entregues[2], é possível concluir que o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) tem impactado de maneira significativa a organização das cidades brasileiras, em termos urbanos, socioeconômicos e ambientais. Nesse sentido, o objetivo principal da pesquisa aqui relatada foi justamente desenvolver e testar procedimentos metodológicos de Avaliação Pós-Ocupação (APO) que pudessem ser aplicados em habitações financiadas pelo PMCMV, especialmente na modalidade viabilizada com recursos do Fundo de Arrendamento Residencial – FAR (contemplando famílias com faixa de renda de até R$ 1.600 mensais, denominada Faixa 1). Para tanto, tal metodologia foi inicialmente realizada em um pré-teste e, posteriormente, em dois estudos de caso da cidade de Uberlândia/MG, a fim de identificar possíveis alterações para a elaboração do roteiro (método) definitivo da APO – que pudesse ser replicado em outras cidades e empreendimentos do Brasil. Inserido neste objetivo geral, a avaliação enfocou aspectos funcionais, comportamentais e ambientais, assim como a análise dos dados obtidos com o intuito de subsidiar melhorias futuras no quesito qualidade das habitações do Programa, utilizando-se, para isso, de multimétodos de natureza quantitativa e qualitativa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Conforme Rolnik e Klink (2011), o Brasil, nos últimos anos, tem passado por um dos maiores ciclos de crescimento do setor imobiliário nacional. Dada sua importância, a produção desse setor deveria se pautar na busca por uma maior qualidade das construções edificadas e na redução dos impactos ambientais gerados. Analisando-se especificamente a produção de habitação de interesse social (HIS) brasileira, tal crescimento tem sido incentivado, principalmente, por um maior emprego de recursos públicos no financiamento de construções, objetivando sanar o problema do déficit habitacional do país. Entre os programas criados, destaca-se o Minha Casa Minha Vida (MCMV), implantado em 2009 com o intuito inicial de produzir 1 milhão de moradias para famílias com renda de até 5 mil reais mensais.

Considerando os números atuais, embora a produção do setor tenha aumentado e ultrapassado a meta original do próprio Programa, ainda há

[2] Disponível em:< http://www.brasil.gov.br/infraestrutura/2015/09/minha-casa-minha-vida-entregou-2-4-milhoes-de-moradias>. Acesso em: 31 mar. 2016.

muitos desafios que precisam ser enfrentados na produção de HIS no Brasil, visando não somente atender à demanda habitacional, mas garantir sua qualidade. Afinal, diferentes autores indicam a pouca funcionalidade dessas moradias, as quais, seguindo modelos padronizados, negligenciam as necessidades de diferentes perfis familiares e, por apresentarem áreas diminuídas e compartimentadas, acabam gerando sobreposição de atividades em determinados ambientes – dificultando tanto a instalação de equipamentos básicos, quanto a privacidade dos moradores (PALERMO, 2009; ANGELLIL e HEHL, 2014; AMORE, SHIMBO e RUFINO, 2015; VILLA et al., 2015b).

O problema das HIS vai além da ineficiência funcional das unidades ofertadas, em função da tendência à periferização dos conjuntos habitacionais edificados. Essa situação tem implicações no funcionamento das cidades ao concentrar moradias em poucas áreas, geralmente distantes do local de emprego, gerando necessidade de excessivos deslocamentos e de investimentos em infraestruturas – o que, além de dificultar o cotidiano dos moradores, potencializa os impactos ambientais do meio urbano: a impermeabilização do solo e o uso obrigatório de veículos automotores para vencer as longas distâncias, por exemplo, contribuem para a poluição do ar e para um aumento no desconforto térmico experimentado nas cidades (RUBANO, 2008; ROLNIK e NAKANO, 2009).

Nessa perspectiva, salienta-se a relevância e o papel da avaliação pós-ocupação (APO) na aproximação dos agentes envolvidos na produção de HIS às reais expectativas dos moradores e da consequente criação de bancos de dados sobre os vários aspectos do morar nas diferentes dimensões do saber. Metodologias de APO, portanto, como a desenvolvida pela pesquisa aqui apresentada, podem fornecer uma série de informações relevantes sobre o uso nas edificações com o intuito de retroalimentar novos projetos e de possibilitar adequações eficientes rumo a uma maior qualidade das construções e a uma maior sustentabilidade do ambiente construído (ABIKO e ORNSTEIN, 2002; VILLA, SARAMAGO e GARCIA 2015).

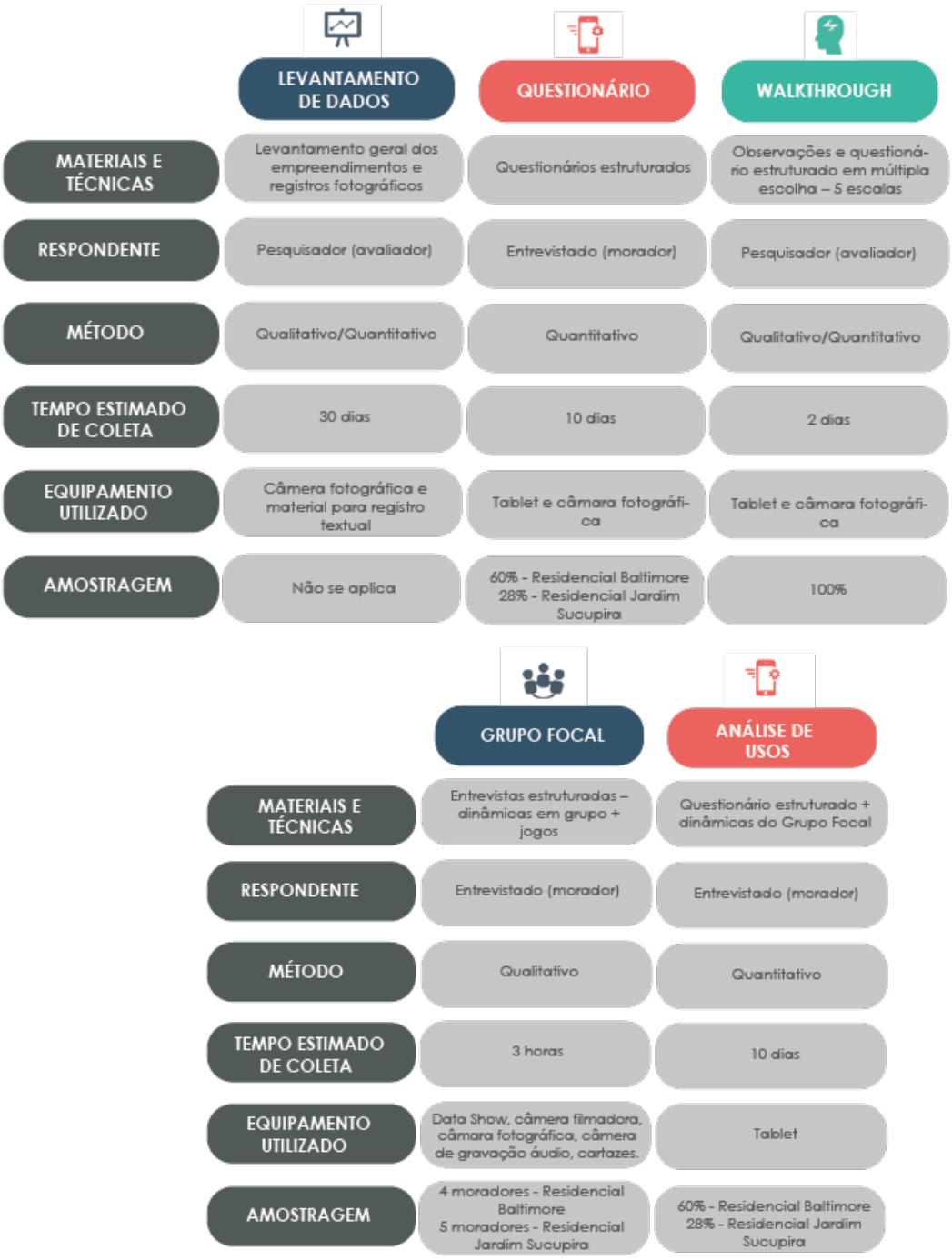
3 MATERIAIS E MÉTODOS

Visando ao atendimento dos objetivos propostos pela pesquisa, realizou-se ampla fundamentação bibliográfica nacional e internacional para definir os procedimentos metodológicos que seriam utilizados na APO e seus atributos de avaliação (PREISER e VISCHER, 2005; BORDASS, LEAMAN e ELEY, 2006; RHEINGANTZ et al., 2009; MONTANER et al., 2012; MALLORY-HILL, PREISER e WATSON, 2012). Considerando tal fundamentação, a equipe atualizou e adotou procedimentos metodológicos de APO em habitações enfocando seus aspectos funcionais e comportamentais, já elaborados e testados pelo grupo em pesquisas anteriores (ABIKO e ORNSTEIN, 2002; VILLA, 2010; VILLA e ORNSTEIN, 2013).

Quanto à avaliação da qualidade ambiental, os métodos atualmente disponíveis, de maneira geral, não contemplam os aspectos socioculturais e

econômicos da sustentabilidade, voltando-se à verificação da eficiência energética e do desempenho ambiental dos edifícios (ZAMBRANO, 2008). Por outro lado, esta pesquisa também ampliou a metodologia inicialmente desenvolvida no sentido de identificar o papel dos moradores na redução dos impactos ambientais, analisando-se seus hábitos e ações – e, portanto, abrangendo dimensões socioculturais.

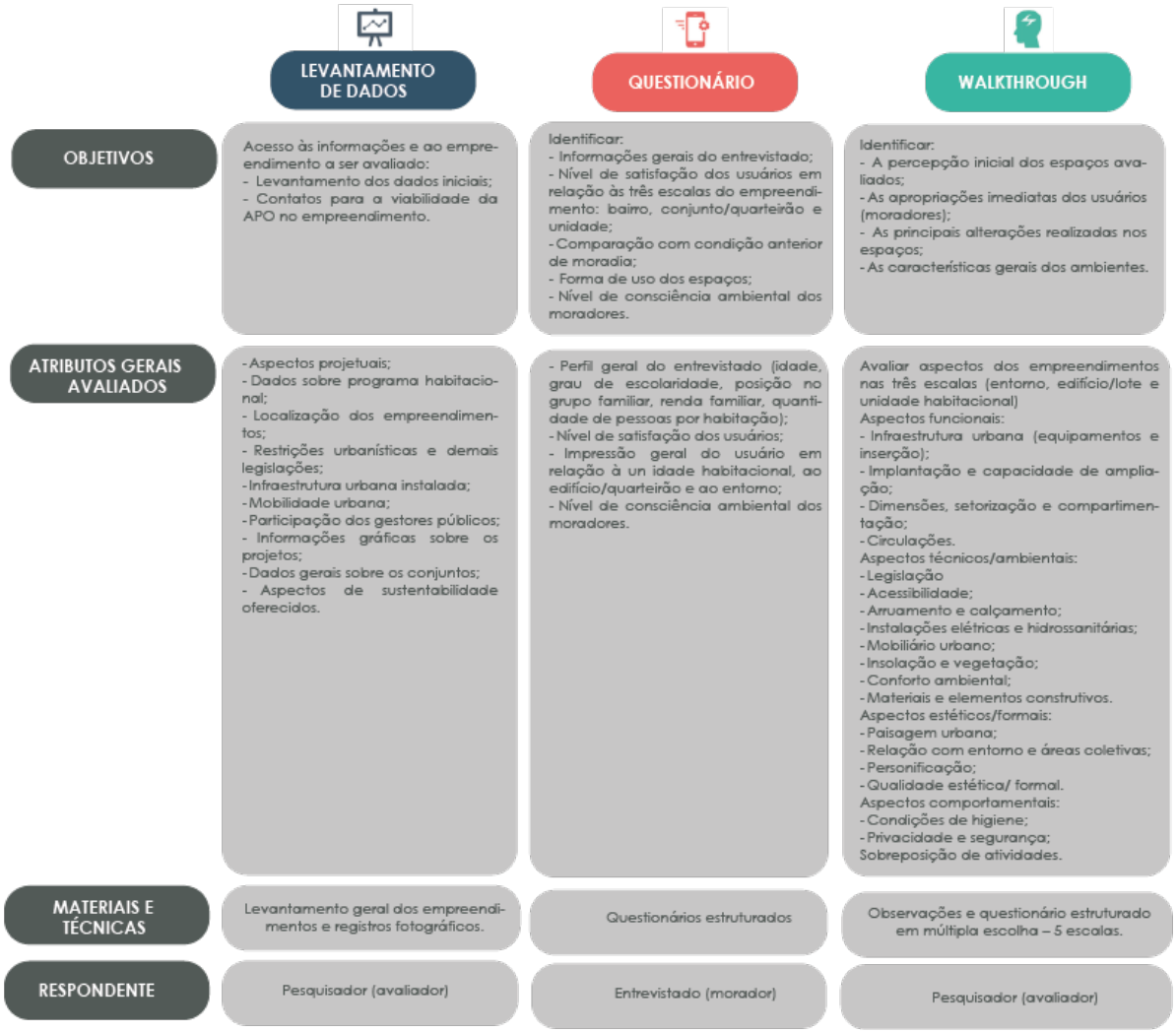
Figura 1 – Síntese das técnicas aplicadas

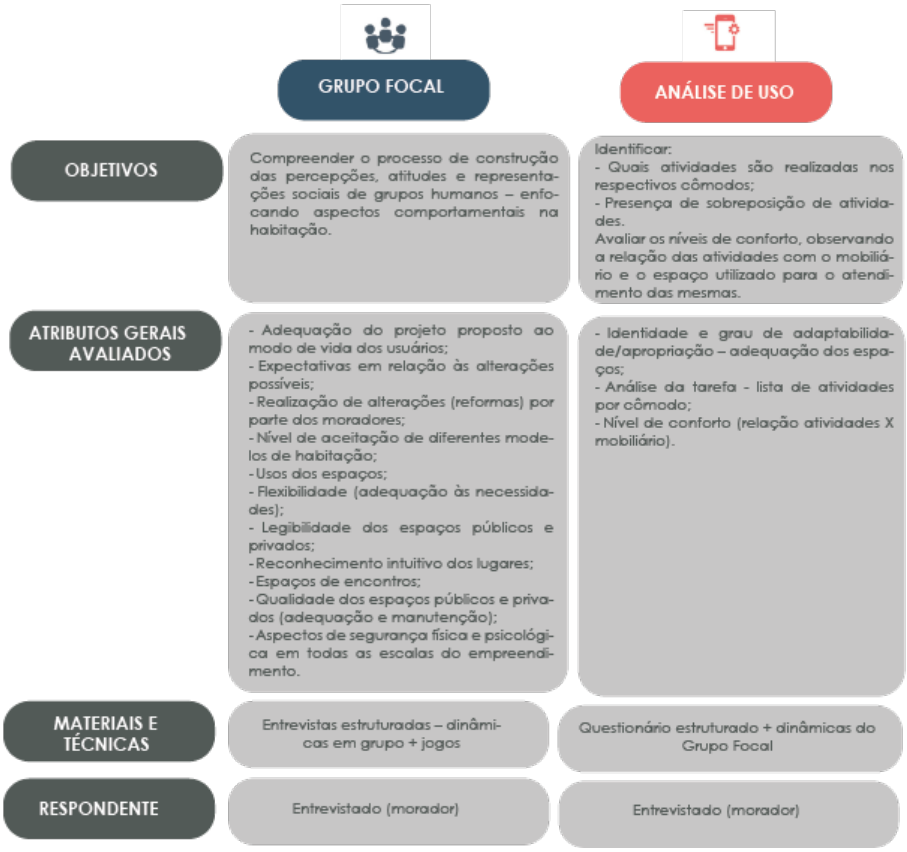


Fonte: Os autores

Com o intuito de complementar as variadas formas de avaliação e análise dos resultados, adotaram-se, na APO proposta, múltiplos métodos de natureza qualitativa e quantitativa (Figura 1), mediante seis etapas distintas: (i) levantamento de dados; (ii) análise *walkthrough*; (iii) pesquisa de perfis familiares; (iv) questionários; (v) análise dos usos; e (vi) grupo focal. A definição da metodologia se baseou nos seguintes aspectos: (i) APO investigativa ou de média duração (seis meses); (ii) abordagem funcional, comportamental e ambiental; (iii) ênfase no bairro, lote e unidade; (iv) aplicação de várias técnicas, qualitativas e quantitativas; e (v) uso de linguagem simples e clara. Os instrumentos utilizados justificaram-se pela coleta de diferentes tipos de dados sobre o mesmo fenômeno, de maneira a contrabalancear os desvios e tendências existentes em um dos métodos com os desvios dos outros métodos empregados (Figura 2).

Figura 2 – Características das técnicas aplicadas





Fonte: Os autores

Além disso, para a aplicação dos instrumentos listados acima, excluindo-se apenas o grupo focal, utilizou-se como base *software* específico desenvolvido em pesquisas anteriores (VILLA et al., 2013; VILLA et al., 2015a) em ambiente *tablet*. A utilização de recursos em meio digital foi feita com o intuito de minimizar alguns problemas frequentes em APOs tradicionais, na medida em que aumentam a eficiência dos resultados da avaliação, reduzem seu tempo de execução e custos orçamentários, além de despertarem maior interesse por parte dos respondentes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

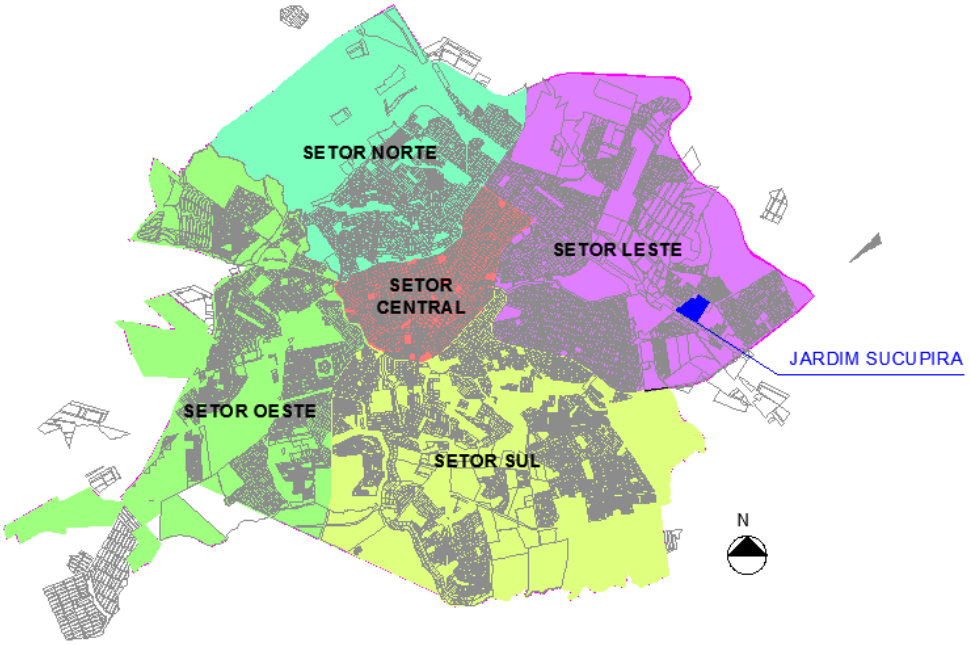
4.1 Caracterização do estudo de caso

Uberlândia/MG foi escolhida para aplicação da APO proposta em função de seu número expressivo de UHs disponibilizadas dentro da Faixa 1 do programa MCMV, com mais de 8 mil unidades entregues até 2015, segundo estimativas da Secretaria de Habitação da Prefeitura Municipal de Uberlândia (PMU). Considerando a produção habitacional do Programa nessa cidade, definiu-se como critério para a seleção dos estudos de caso a diversidade tipológica das habitações ofertadas, contemplando unidades horizontais e verticalizadas.

Neste trabalho, apresentam-se os dados referentes à tipologia térrea. O conjunto habitacional elencado como estudo de caso recebe a

denominação do bairro em que está inserido (Residencial Jardim Sucupira) e está situado no setor Leste de Uberlândia (Figura 3), em uma região periférica e pouco adensada. Tal empreendimento foi entregue em maio de 2011 e teve como responsável pela obra a construtora PDCA Engenharia. Possui 270 unidades habitacionais, que abrigam atualmente uma população acima de 1000 habitantes (dados obtidos junto à PMU, 2014).

Figura 3 – Localização do estudo de caso em Uberlândia/MG



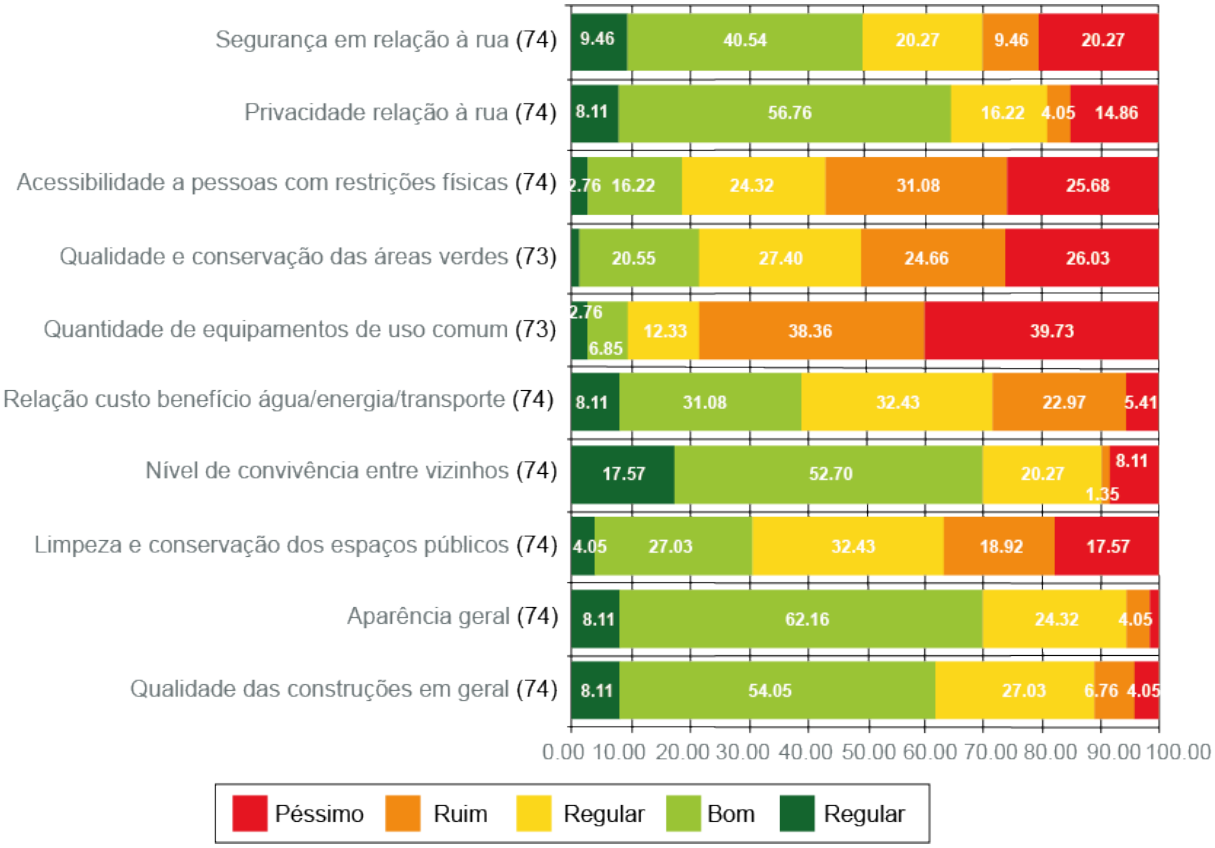
Fonte: Adaptado de dados da PMU, 2014

4.2 Análise do entorno

Quanto aos aspectos de urbanidade, poucas linhas de ônibus percorrem a área interna do bairro em que se encontra o Residencial Jardim Sucupira. Contudo, o mesmo conta com elementos básicos de infraestrutura urbana, tais como: energia elétrica, água potável e rede de esgoto. A maior parte do entorno possui ruas pavimentadas, porém, algumas vias ainda não têm pavimentação. Além disso, o bairro não possui escolas e postos de saúde em seu perímetro. A escola mais próxima se localiza a mais de 1 km de distância, enquanto o posto de saúde mais próximo está a mais de 2,5 km de distância. Também inexistem equipamentos públicos voltados às atividades culturais ou de lazer, embora haja área institucional delimitada para tal fim.

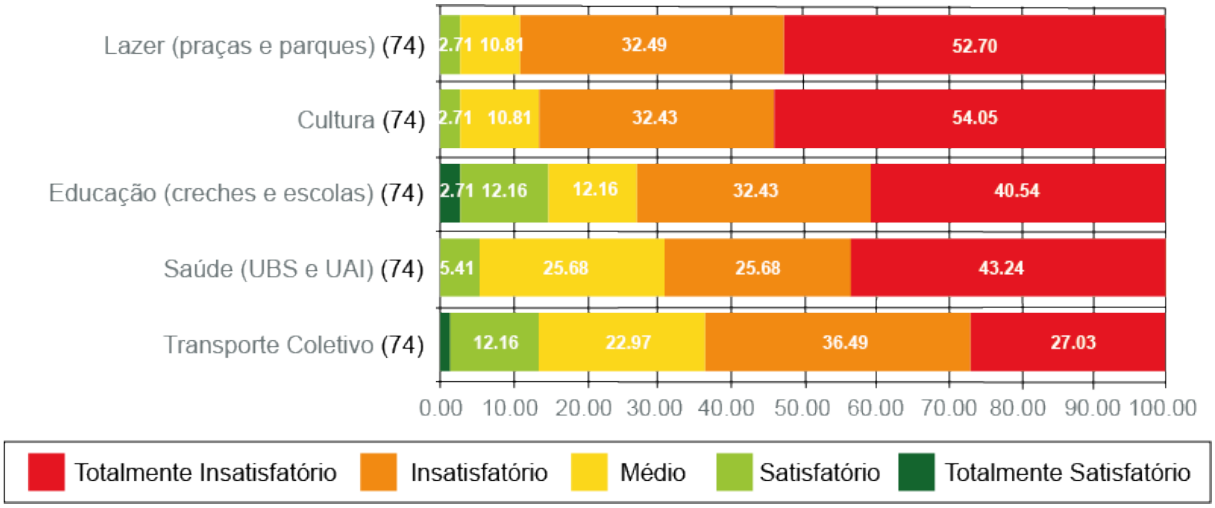
Nascimento e Tostes (2011) analisam que as especificações do PMCMV permitem concluir que o espaço público é pensado de modo simplista, carecendo de uma normatização que considere a diversidade dos empreendimentos para garantia de sua urbanidade. Isso é corroborado, para além do levantamento de dados, pelos dados obtidos com a aplicação dos questionários. Afinal, consultados sobre a quantidade e qualidade dos equipamentos públicos do entorno, os moradores expressaram altos graus de insatisfação (Figura 4).

Figura 4 – Satisfação quanto aos equipamentos do bairro



Fonte: Os autores

Figura 5 – Satisfação quanto à escala do quarteirão



Fonte: Os autores

Analisando-se a escala do quarteirão de inserção das unidades, a maior parte dos problemas foi constatada durante o *Walkthrough*, através da observação *in loco* e, muitas vezes, a partir da queixa dos usuários nas dinâmicas do grupo focal. Por outro lado, também o questionário possibilitou identificar a insatisfação dos moradores, sobretudo com relação à acessibilidade, à qualidade e conservação das áreas verdes, à quantidade

de equipamentos de uso comum e à limpeza e conservação dos espaços públicos (Figura 5).

4.3 Análise da unidade habitacional e de seus usos

No que concerne às unidades propriamente ditas, observa-se que estão organizadas conforme o modelo tripartido em: área íntima (dois quartos), social (sala) e de serviços (cozinha, banheiro e área de serviço) – conforme Figura 6, com área útil de 34,48 m² (sem contabilizar a área de serviço, pois é externa e descoberta). A partir do layout indicado, é possível perceber que, além da compartimentação dos espaços, outra característica que se sobressai nesse modelo habitacional são as suas dimensões reduzidas, que comprometem um bom fluxo nos ambientes.

Figura 6 – Setorização da unidade



Fonte: Elaborado a partir PMU, 2014

Estudos e avaliações de HIS apontam para a pouca funcionalidade dos espaços internos das moradias, que, por apresentarem áreas diminutas, oferecem pouca privacidade aos moradores e geram circulações estranguladas (LEITE, 2006). Não fugindo a esta constatação, o conjunto avaliado apresenta níveis baixos de satisfação sobre sua adequação funcional. Tais constatações se fizeram mais evidentes nas dinâmicas do grupo focal, quando as palavras: "pequena", "maior", "espaço", apareceram com frequência significativa (Figura 7).

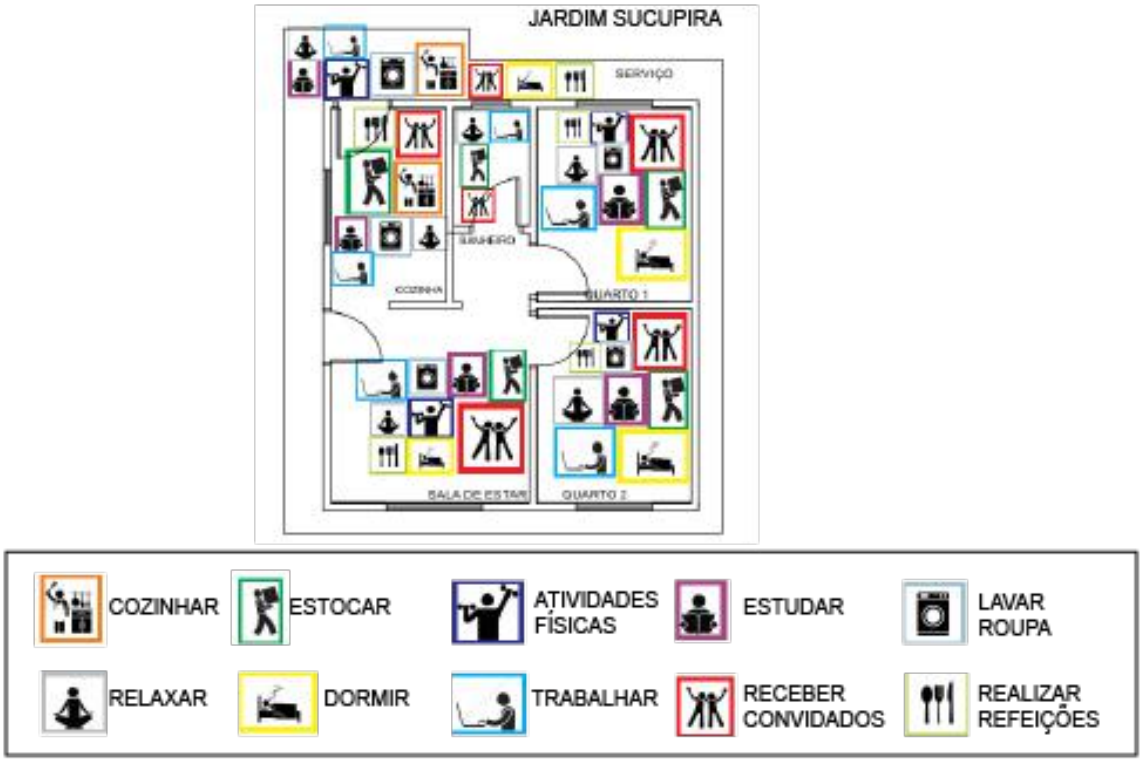
Figura 7 – Nuvem de palavras do grupo focal



Fonte: Os autores

Nos questionários, tais índices foram confirmados: 50% dos moradores do Jardim Sucupira acham "pequena" ou "muito pequena" sua residência. A baixa qualidade funcional das unidades habitacionais pode ser verificada também quando notamos que 43,25% dos moradores do Jardim Sucupira indicaram que seus móveis antigos (oriundos da moradia anterior) não couberam e pouco couberam na residência atual avaliada. Isso demonstra inclusive um problema de ordem socioeconômica, já que, com a mudança para a nova moradia, os residentes precisam se desfazer de muitos dos seus pertences domésticos. Tal problema foi identificado ainda nas dinâmicas do Grupo Focal, conforme relato de alguns moradores.

Figura 8 – Sobreposição de usos



Fonte: Os autores

Outro aspecto relativo às dimensões mínimas das habitações refere-se à

sobreposição de usos e atividades nos cômodos. A compartimentação das unidades reafirma a resposta funcional ainda especializada dos projetos entre espaços e ações: dormir-quarto, cozinhar-cozinha, comer-sala, etc. No entanto, de maneira geral, é possível afirmar que, em quase todos os cômodos da casa, ocorre expressiva sobreposição de usos (não planejada), de forma que um único cômodo comporta, por vezes, funções de alimentação, descanso, trabalho, lazer, receber visitas e cuidado com as roupas. A Figura 8, que indica tal sobreposição, foi organizada a partir da resposta dos moradores nos questionários quanto ao local em que predominantemente realizam suas atividades cotidianas – sendo que as ações que mais foram citadas em cada cômodo (média das respostas) aparecem em maior proporção no infograma.

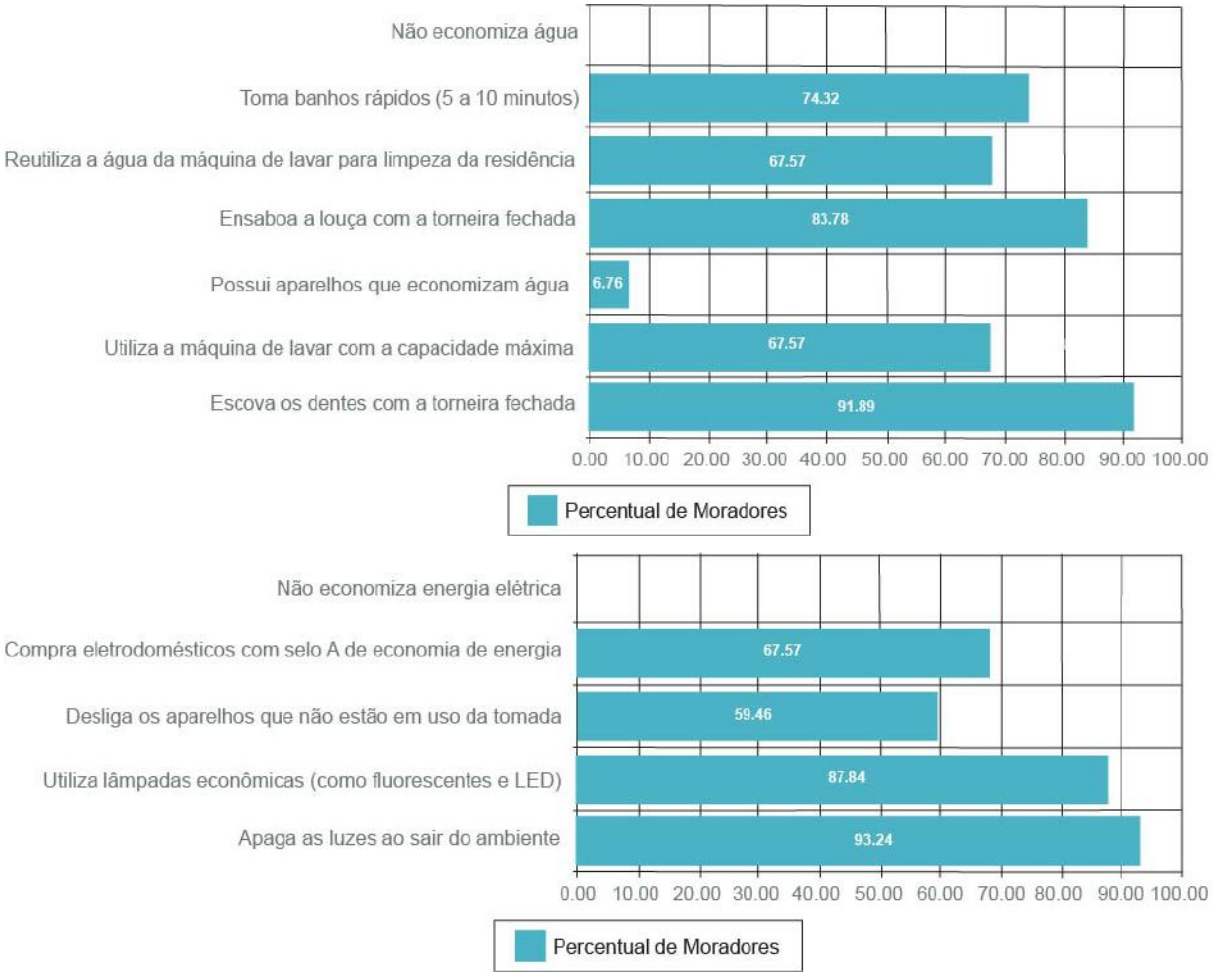
4.4 Conforto ambiental e relação dos moradores com o meio ambiente

No que concerne às questões relacionadas exclusivamente ao conforto ambiental, o desempenho acústico foi o critério que apresentou maior insatisfação. Mais da metade da amostra do conjunto considera a acústica dos cômodos regular, ruim ou péssima. Em estudo realizado por Sacht e Rossignolo (2009) acerca do desempenho termo-acústico do sistema de alvenaria estrutural em blocos de concreto, também adotado no Residencial, constatou-se que o mesmo não satisfaz os requisitos mínimos estabelecidos pela norma ABNT NBR 15575-4 (2013). Tal afirmação pode justificar a insatisfação dos usuários com relação ao desempenho acústico das unidades investigadas.

Quanto aos hábitos dos moradores para reduzir impactos ambientais, segundo dados dos questionários, o uso racional da água aparece com maior expressividade, sobretudo, em ações mais corriqueiras (Figura 9). Isso porque, entre as alternativas oferecidas para que os residentes expressassem como economizam água, mais de 74% deles tomam banhos rápidos, escovam os dentes e ensaboam a louça com a torneira fechada; 67,57% utilizam a máquina de lavar roupas com a capacidade máxima e reutilizam a água da máquina de lavar para limpeza das residências; enquanto menos de 7% possuem aparelhos que economizam água.

Os resultados sobre o consumo de energia elétrica demonstraram uma maior consciência ambiental por parte dos moradores, pois acima de 87% deles apagam as luzes ao sair do ambiente e utilizam lâmpadas econômicas; 67,57% compram eletrodomésticos com selo A de eficiência energética e 59,46% desligam aparelhos que não estão em uso e (Figura 9). Tais resultados podem ser justificados, em parte, pelo aumento das tarifas de energia decorrentes de recentes crises de abastecimento. Situação comprovada ao se analisar os motivos que explicam essa economia: constatou-se que mais de 90% dos entrevistados praticam essas ações para reduzir o preço das tarifas mensais, ao passo que cerca de 60% deles citaram que a economia é realizada para diminuir danos ao meio ambiente. Portanto, dado o cenário de crise hídrica vivenciado pelo país, infere-se que provavelmente irá ocorrer uma redução maior do consumo de água.

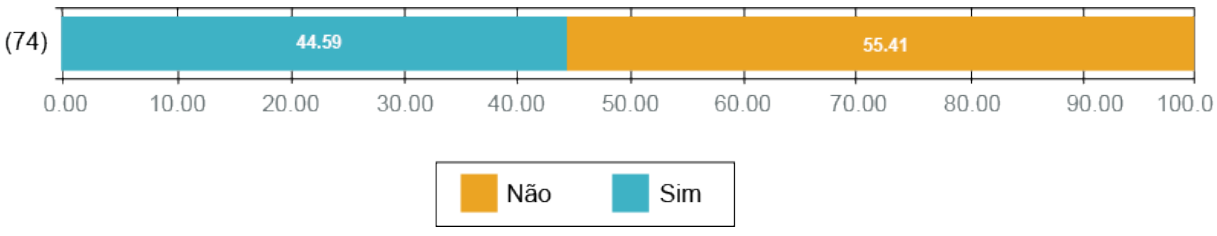
Figura 9 – Economia de água e energia, respectivamente



Fonte: Os autores

Em relação aos resíduos sólidos, apenas 44,59% dos moradores do Residencial Jardim Sucupira separam o lixo reciclável do comum (Figura 10). O bairro não conta com o serviço de coleta seletiva, oferecido pela Prefeitura Municipal de Uberlândia. Sendo assim, observa-se que ações públicas podem influenciar a mudança de hábito dos residentes, tornando-se necessário aumentar a abrangência do serviço para toda a cidade.

Figura 10 – Separação de lixo

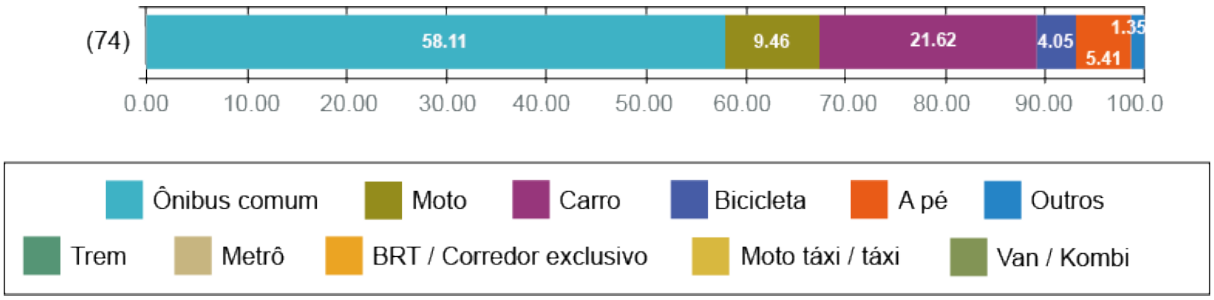


Fonte: Os autores

No que concerne aos aspectos de mobilidade urbana, verificou-se o predomínio do uso de transporte coletivo (63,52%), seguido pelo transporte próprio (21,08%). Poucos moradores informaram que majoritariamente

andam a pé ou de bicicleta, enquanto outros modais não foram citados (Figura 11). Como justificativas de sua escolha, os residentes apontaram principalmente: a rapidez de locomoção (37,84%), o custo mais acessível (36,49%) e não possuírem outro meio de transporte (36,49%). Já a redução dos danos ao meio ambiente foi citada por um número pouco expressivo de entrevistados (2,7%). Ou seja, embora o nível de satisfação com o sistema de transporte coletivo seja baixo, a falta de acesso a outras opções leva à adoção desse meio de locomoção por parcela expressiva dos moradores. Logo, a partir da melhoria de suas condições econômicas, acredita-se que grande parte dos residentes passe a fazer uso do transporte individual. Nesse contexto, depreende-se que a mitigação dos impactos gerados pelos veículos automotores somente será possível na medida em que políticas ligadas à mobilidade urbana – que apoiem o transporte coletivo e o uso da cidade por pedestres e ciclistas – forem empregadas em larga escala, conectando diferentes pontos da cidade.

Figura 11 – Meio de transporte utilizado pelos moradores



Fonte: Os autores

5 CONSIDERAÇÕES

Pelo exposto, observa-se que a oferta de projetos de HIS adequados às necessidades e às aspirações das populações de baixa renda depende de uma série de fatores. Devem-se levar em consideração as características do sítio de implantação (suas condicionantes climáticas e de urbanidade), além das características do público a que o projeto será destinado (modos de vida e hábitos socioculturais). Somente a partir dessas informações é possível garantir a qualidade final dos modelos habitacionais disponibilizados. Sendo assim, recomenda-se que a repetição de padrões para diferentes perfis familiares, a compartimentação e a inflexibilidade das unidades, a inserção periférica dos conjuntos, bem como a ausência de preocupação com os impactos ambientais gerados sejam amplamente revisados pelos agentes envolvidos no processo de produção do PMCMV.

Reforça-se que a participação dos moradores no processo de concepção de habitações garante não apenas um melhor atendimento das necessidades dos usuários, como também possibilita o estabelecimento de diretrizes qualitativas para futuras construções. A pesquisa aqui relatada baseou-se nessas considerações quando delineou seus procedimentos metodológicos, destacando-se a abordagem de múltiplos métodos de

avaliação acerca dos aspectos quantitativos e qualitativos das unidades ofertadas e de seu entorno de implantação.

Além da apresentação dos resultados da APO no meio acadêmico, essa pesquisa pretende ainda dispor os procedimentos metodológicos elaborados aos gestores públicos e privados, auxiliando-os na compreensão de seus desafios frente à produção habitacional e na busca por melhores práticas. Os procedimentos metodológicos desenvolvidos, assim como os resultados obtidos nesta APO piloto, portanto, corroboram para a replicação desta ferramenta em nível nacional, podendo contribuir para a melhoria das moradias, das cidades e consequentemente da qualidade de vida dos cidadãos brasileiros participantes do PMCMV.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos órgãos financiadores: FAUeD/UFU e IPEA.

REFERÊNCIAS

ABIKO, A. K.; ORNSTEIN, S. W. (Ed.). **Inserção urbana e avaliação pós-ocupação (APO) da habitação de interesse social**. São Paulo, SP: FAUUSP, 2002.

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 15575-4.** Edificações habitacionais – Desempenho – Requisitos para os sistemas de vedações verticais internas e externas. Rio de Janeiro, 2013.

AMORE, C. S.; SHIMBO, L. Z.; RUFINO, M. B. (Org) **Avaliação do Programa Minha Casa Minha Vida em seis estados brasileiros**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2015.

ANGELLIL, M.; HEHL, R. (Eds) **Minha Casa-nossa Cidade**: **Innovating Mass Housing In Brazil**. Berlim: Publisher Ruby Press, 2014.

BORDASS, W.; LEAMAN, A.; ELEY, J. **A guide to feedback and post-occupancy evaluation**. Usable Buildings Trust, 2006. Disponível em: <http://goodhomes.org.uk/downloads/members/AGuideToFeedbackAndPostOccupancyEvaluation.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2016.

LEITE, L. C. R. **Avaliação de projetos habitacionais: determinando a funcionalidade da moradia social**. São Paulo: Ensino Profissional, 2006.
MALLORY-HILL, S.; PREISER, W.; WATSON, C. **Enhancing Building Performance**. London: Wiley-Blackwell Press, 2012.

MONTANER, J. M.; MUXÍ, Z.; ZULIN, F.; CORADIN, R. 2012. Instrumentos de Avaliação de Projetos. In: FRANÇA, E.; COSTA, K. P. (Ed.) **Do Plano ao Projeto**: Novos Bairros e Habitação Social em São Paulo. São Paulo: Secretaria Municipal de Habitação, 2012. pp. 253-313.

NASCIMENTO, D. M.; TOSTES, S. P. Programa Minha Casa Minha Vida: a (mesma) política habitacional no Brasil. **ARQUITEXTOS**, ano 12, jun. 2011. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/12.133/3936>. Acesso em: 05 mai. 2015.

PALERMO, C. **Sustentabilidade social do habitar**. Florianópolis: [s.n.], 2009.

PREISER, W. F. E.; VISCHER, J. C. (Ed.) **Assessing Building Performance**. Oxford: Elsevier, 2005.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação**. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

ROLNIK, R.; KLINK, J. Crescimento econômico e desenvolvimento urbano: por que nossas cidades continuam tão precárias? **NOVOS ESTUDOS**, São Paulo, v. 89, p. 89-109, mar. 2011.

ROLNIK, R.; NAKANO, K. As Armadilhas do pacote habitacional. **Le Monde Diplomatique**, São Paulo, n. 20, p. 4-5, mar. 2009.

RUBANO, L. B. Habitação social: temas da produção contemporânea. **ARQUITEXTOS**, ano 8, abr. 2008. Disponível em: <http://www.vitruvius.com.br/revistas/read/arquitextos/08.095/153>. Acesso em: 3 set. 2012.

SACHT, H. M.; ROSSIGNOLO, J. A. Avaliação do desempenho térmico para tipologias com vedação em alvenaria de blocos de concreto. **Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, v. 1, n. 4, 2009.

VILLA, S. B. A APO como elemento norteador de práticas de projeto de HIS. O caso do projeto [MORA]. In: Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono, 1., 2010, Lisboa. **Anais...** Lisboa: LNEC, 2010, p.1-16.

VILLA, S. B.; ABREU, S. C.; MACEDO, A.; SOUZA, L. S.; PASCOAL, D. R. Avaliação Pós-Ocupação em Apartamentos com Interfaces Digitais. In: Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído e Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção, 2. e 6., 2013, Campinas. **Anais...** Campinas: UNICAMP, 2013. CD-ROM.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. (Org.) **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

VILLA, S. B.; LIMA, M. A. V. ; GARREFA, F. ; LEMOS, S. M. Post-Occupancy Evaluation of Apartments: The Use of Technology and Digital Interfaces to Amplify its Efficiency. In: Architecture and Resilience on a Human Scale Conference, 2015, Sheffield. **Anais...** Sheffield, 2015a. CD-ROM.

VILLA, S. B.; OLIVEIRA, J. C. C. B.; SARAMAGO, R. C. P.; NICOLAU, T.N.A.; MELO, M.M. A habitação social redesenhando a cidade: o caso da cidade de Uberlândia – Brasil. **UR Cadernos FA / UL**, v.1, n.8, p.74-83, jun. 2015b.

VILLA, S. B.; SARAMAGO, R. C. P.; GARCIA, L. C. **Avaliação pós-ocupação no programa Minha Casa Minha Vida: uma experiência metodológica**. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, PROEX, 2015.

ZAMBRANO, L. M. A. **Integração dos princípios de sustentabilidade ao projeto de arquitetura**. 2008. Tese (Doutorado em Ciências em Arquitetura) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2008.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

APO SOBRE INCLUSÃO: O DESENHO UNIVERSAL COMO FERRAMENTA EM CASA DE ACOLHIMENTO INSTITUCIONAL[1]

SAVI, Aline Eyng (1); DISCHINGER, Marta (2); HESPANHOL, Lays Juliani (3)

(1) UFSC, e-mail: arquiteta.alinesavi@gmail.com; (2) UFSC, e-mail: martadischinger@gmai.com; (3) UNESC, e-mail: laysjulianih@hotmail.com

RESUMO

O ECA criou modalidades de atendimento como o acolhimento institucional, buscando alterar a realidade histórica de reclusão de crianças e adolescentes no Brasil. O acolhimento não isola e salvaguarda a saúde, educação e moradia; assiste ambos os sexos entre zero e dezoito anos; em processo ou não de adoção, com ou sem família direta ou estendida; e com a tutela do Estado até que os motivos da institucionalização sejam sanados. O processo deveria ser transitório, mas leva meses ou anos. A legislação controla a administração, contudo é generalista quanto ao ambiente construído. As edificações são alugadas, adaptadas ao uso, sem reguladores espaciais que permitem apropriação de uma casa, como a privacidade. Através da APO, apresentam-se resultados parciais da tese de Doutorado, compreendendo os fatores ambientais como necessários para definir o que seria um abrigo e uma casa na ótica institucional. Na APO, observou-se a repetição de práticas de coletividade, justificadas pela organização das rotinas. Acredita-se que para promover inclusão almejada pela legislação, é preciso que os ambientes sejam adequados às necessidades funcionais e psicológicas de seus usuários. Para tanto, diretrizes projetuais que considerem o DU oferecem condições para o usuário participar e interagir, desenvolvendo novas competências cognitivas e sociais.

Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação. Casa de acolhimento institucional. Desenho Universal.

ABSTRACT

The ECA has created forms of care such as shelter, seeking to change the historical reality of incarceration of children and adolescents in Brazil. The host does not isolate and safeguard the health, education and housing, assists both sexes between zero and eighteen, in the process or not to adopt, with or without direct or extended family, and the state supervision until the different reasons for institutionalization are healed. The process should be transitory, but it takes months or years. The law controls the administration, but it is general as the built environment. The buildings are rented, adapted to use, without spatial regulators that allow ownership of a house, such as privacy. By POE, we present partial results of the PhD thesis, including environmental factors is necessary to define what would be a shelter and a house in the institutional perspective. In the POE, there was a repetition of collective practices, justified by the organization of the routines. It is believed to promote inclusion longed for by law, it is necessary that the environments are suited to functional and psychological needs of its members. Therefore, projective guidelines that consider the DU offer conditions for the user to participate and interact, developing new cognitive and social skills.

[1] SAVI, Aline Eyng; DISCHINGER, Marta; HESPANHOL, Lays Juliani. APO sobre inclusão: o desenho universal como ferramenta em casa de acolhimento institucional. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Post-Occupation Evaluation. Shelter. Universal Design.*

1 INTRODUÇÃO

A infância e a adolescência em situação de vulnerabilidade social no Brasil foram tradicionalmente assistidas sob os princípios de vigilância e repressão. O Estatuto da Criança e do Adolescente (ECA) de 1990 e a lei n° 12.010 de 2009 tentaram mudar essa situação, assegurando a proteção integral e criando várias modalidades de assistência entre elas, o acolhimento institucional.

Esse é o modelo mais comum. Ele acolhe crianças e adolescentes de ambos os sexos, entre zero e dezoito anos incompletos, em processo de adoção ou não, com ou sem família próxima ou estendida. Não implica em reclusão e salvaguarda o direito à saúde, educação e moradia (BRASIL, 1990; BRASIL, 2012). O motivo para a institucionalização nesse modelo é variado, mas relaciona-se frequentemente, ao quadro de vulnerabilidade social (DE ASSIS; FARIAS, 2013).

O processo de acolhimento é um momento difícil na vida das crianças e adolescentes, porque eles deixam suas famílias para viverem sob a tutela do Estado. Essa situação deveria ser provisória, mas por diferentes razões, leva meses ou anos para se resolver. O resultado é que crianças e adolescentes passam parte expressiva de suas vidas institucionalizadas, ou fazem o processo continuado de ida e volta, entre a instituição e a família de origem.

A legislação brasileira controla a administração desse modelo institucional, mas é generalista e algumas vezes incipiente nas reflexões quanto ao ambiente construído. Há o artigo 92 do ECA, os Códigos de Obras municipais, referentes à higiene e salubridade; e algumas cartilhas desenvolvidas no âmbito federal. Todos limitados no tocante às questões de usabilidade e atributos qualitativos, tão importantes para a apropriação e identidade com o ambiente, especialmente em instituições que substituem (provisoriamente ou não) a casa, como o acolhimento institucional. As instituições atuais são na sua maioria, edificações alugadas e adaptadas ao uso; muitas vezes sem referência de uma habitação doméstica, em razão da coletividade dos ambientes e das funções administrativas ali realizadas (DE ASSIS; FARIAS, 2013).

Acredita-se que a situação (almejada na Legislação brasileira) de provisoriedade nas internações, seja um dos motivos para que não haja reflexões mais profundas sobre esse ambiente construído. Por outro lado, a realidade nacional de longa permanência (média de dois anos, segundo De Assis e Farias, 2013) justifica a necessidade de estudar a situação também sob o olhar do ambiente construído.

O objetivo das mudanças promovidas pelo ECA era do atendimento individual através de pequenos grupos, mas nada garante atualmente, que

isso permita a vivência como numa casa, condição fundamental para a inclusão e o desenvolvimento humano saudável. Para alcançar tal concepção do acolhimento institucional, uma das visões é estudar o ambiente construído a partir das suas regras de uso. Compreendendo-o através de observações qualitativas do usuário, e posteriormente, propor diretrizes projetuais que permitam às crianças e aos adolescentes a vivência de uma casa, através dos princípios do Desenho Universal.

Sob este prisma, objetivam-se a participação com segurança, conforto e autonomia, contribuindo para o resgate do sentimento de lugar e de casa ao viabilizar recursos de privacidade e possibilidade para definir limites e territórios; e fora dos limites físicos fornece mecanismos para a inclusão social, através da atuação política.

O artigo apresentado é parte da tese de Doutorado cujo objetivo geral é: "Compreender e caracterizar o ambiente construído da instituição de acolhimento para refletir como as características e as regras de uso podem contribuir ou não para a inclusão, almejada pela Legislação brasileira". As reflexões desse artigo estão em: (1) detectar e descrever as atividades cotidianas com o olhar das regras de uso; (2) diagnosticar as necessidades e os problemas encontrados pelos usuários nas atividades cotidianas em seus múltiplos âmbitos a partir da Avaliação Pós-ocupação (APO) (ELALI, 2002; ORNSTEIN, 1992); e (3) propor sugestões projetuais a partir dos princípios do Desenho Universal (MACE, 1991).

Esta avaliação é ainda mais necessária se forem consideradas as condições do ambiente construído como fatores de risco ou de saúde. O modelo de acolhimento substitui de maneira provisória ou não, a estrutura física de casa e psicológica de família. Sabe-se que o contexto ambiental onde a criança e o adolescente crescem e se desenvolvem é crucial nas causas e manifestações dos problemas, especialmente nas questões de comportamento (NEWCOMBE, 1999).

De acordo com Okamoto (2002), o ambiente construído deve oferecer condições para o usuário participar e interagir, desenvolvendo novas competências cognitivas e sociais. O ambiente construído inclusivo pode constituir um elemento importante para estimular e favorecer o estabelecimento dos primeiros conceitos de cidadania e respeito às diferenças humanas.

2 AMBIENTE CONSTRUÍDO E REGRAS DE USO

O ambiente construído é espaço de vida, sujeito à ocupação, leitura, reinterpretação e/ou modificação pelos usuários que interagem com o ambiente social, cultural e psicológico. Fruto do comportamento humano e resultado de uma série de padrões e normas sociais que influenciarão as atividades ali realizadas (FISCHER, 1994). É um conjunto de influências que se

impõe sobre o comportamento, os juízos e as emoções humanas, modelando parcialmente a personalidade (LEE, 1976).

O ambiente construído em razão das suas características permite ou não a sua apropriação. Dentro desse espectro estão as regras de uso - privacidade e territorialidade - consideradas na pesquisa. Num ambiente institucional, equivale ao ato de abrigar contra as intempéries (propriedades físicas), e também as representações sociais que o espaço e seus usos estabelecem, como o "sentimento de estar em casa".

A privacidade é definida como o controle seletivo de acesso a si mesmo ou a um grupo através da regulação dos níveis de interação social e de informação oferecida aos outros. Representa o equilíbrio entre ficar isolado e tornar-se acessível. Como confronto entre aproximação e afastamento, o equilíbrio permite que a pessoa não se sinta violada e/ou ignorada (ALTMAN, 1980).

Nos ambientes estudados, a criança e especialmente o adolescente precisam se submeter às condições ambientais existentes. Com isso, a privacidade é potencialmente prejudicada. Muitas vezes, os acolhidos não tem acesso aos mecanismos de controle de interação, como fechar a porta do quarto ou permanecer isolado num ambiente, gerando mudanças de comportamento - de apatia à agressividade. Ressalta-se que nessas instituições, a privacidade é importante para promover o desenvolvimento infantil, considerando as necessidades do momento, com maior ou menor controle do eu e do acesso ao grupo.

Os territórios são limites e controles entre a pessoa e o ambiente. Gifford (1997, p.120) apresenta a territorialidade como "[...] conjunto de comportamentos e atitudes por parte de um indivíduo ou grupo, baseados em controle percebido, tentado ou real sobre um espaço físico definível, objeto ou ideia, que pode implicar em ocupação habitual, defesa, personalização e demarcação".

Em ambientes institucionais, há a quase ausência de territórios especialmente primários e secundários. Tanto a ausência, quanto a dificuldade de delimitação podem provocar reações agressivas, inclusive relações hierárquicas indesejáveis. Os ambientes institucionais deveriam ter características que permitissem as convenções territoriais de apropriação do lugar, ao contrário dos elementos arquitetônicos que afastam e reforçam a percepção ambiental de território isolado, como grades internas e externas ou ambientes de acesso restrito aos funcionários.

A dosagem dessas regras de uso é que será responsável pela relação de apego ou de medo com o ambiente construído. Afinal, no processo de desenvolvimento infantil, há necessidade de domínio, ao contrário da intimidação. É fundamental liberdade para explorar e testar as habilidades. A apropriação ambiental para crianças e adolescentes requer incentivar as

experiências de aprendizagem, através de um ambiente que disponha de complexidade num nível adequado ao desenvolvimento e regulando regras de uso (TRANCIK; EVANS, 1995).

Nessa visão, compreender como o ambiente é percebido e representado é tão, ou mais, crucial do que a compreensão da maneira como ele está organizado pelo ser humano (RAPOPORT, 1977). O homem constrói imaginários sobre a realidade, refazendo constantemente o caráter atribuído à relação entre o mundo material e simbólico, objetivo e subjetivo.

3 AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO E INCLUSÃO

Os procedimentos metodológicos dessa pesquisa tiveram como objetivo responder ao questionamento: "Qual a compreensão do modelo institucional a partir da representação dos sujeitos envolvidos, especialmente as crianças e os adolescentes?". Tratou-se de identificar características singulares na relação homem-ambiente.

Para alcançar as respostas, a pesquisa delineou-se como qualitativa, teórica e empírica; realizada através de estudo de caso. Em se tratando de ambientes instáveis e/ou vulneráveis, essa busca pelos fenômenos tal como são vividos pelas pessoas do lugar, se revela de fundamental importância.

O estudo de caso inseriu como elemento essencial do processo de investigação a APO porque estuda o ambiente construído durante seu uso, ampliando a investigação para dados quantitativos – funcionais e também, qualitativos – comportamentais. Dessa maneira, permite que os resultados: discutam a qualidade de vida dos usuários; analisem as questões a partir de vários fatores e multi métodos; contemplem os pontos de vistas dos diversos agentes envolvidos; e [principalmente, para essa pesquisa] construam arcabouço teórico inter e multidisciplinar compatível com a complexidade das tarefas (ELALI, 2002).

O estudo de caso com o uso da APO passou por três momentos, cujas particularidades são apresentadas a seguir. Cada uma delas foi fundamental para a construção da etapa seguinte, reconhecendo um processo gradativo e cumulativo de apropriação das informações.

A primeira aproximação iniciou através de contatos com a coordenação e a equipe técnica das instituições, a fim de explicitar os objetivos da pesquisa. Foram realizadas as primeiras visitas às entidades para iniciar as observações que resultaram na compreensão da infraestrutura do ambiente institucional. Essa aproximação foi gradativa e teve como meta a participação dos mesmos para as próximas etapas da pesquisa. A delimitação do tempo para término dessa etapa foi empírica, a partir da percepção da pesquisadora de que sua presença não mais incomodava as atividades realizadas.

Na etapa seguinte, aconteceram as vistorias acerca do ambiente construído, coletando informações quantitativas e qualitativas. Os resultados foram a produção de material gráfico que documentou os aspectos básicos da edificação e classificação dos princípios do Desenho Universal.

A terceira etapa requereu mais tempo de pesquisa. Nela foram aplicadas as observações não participantes, com avaliação dos "behavior settings" mais comuns nos ambientes: dormitórios, salas de estar e cozinhas. O objetivo dessa investigação foi levantar dados sobre as atividades da casa para posteriormente, relacionar ao instrumento seguinte, confirmando ou refutando os comportamentos mais singulares. Este último instrumento foi a avaliação de traços de comportamento. Ele permitiu a busca de sinais de ocupação sem que a presença do usuário fosse necessária (SOMMER; SOMMER, 2002), por exemplo, um quarto com pôsteres de bandas de rock ou com um objeto pessoal sobre a cama.

A abordagem da pesquisa objetivou abarcar o sistema de representações sociais que traduzissem os significados (MINAYO, 2009). A síntese dos dados foi subdividida em três etapas: (1) ordenação, (2) classificação e (3) análise. Esse tratamento conduziu a teorização sobre os dados, produzindo confronto entre a abordagem teórica e a investigação de campo.

É preciso destacar que a maior dificuldade nas pesquisas com pessoas institucionalizadas está na falta de iniciativa e posicionamento à crise de vida humana, agravada pela ausência de interações com o espaço, gerando o que Sommer (1973) classifica de "mal do institucionalizado". Dessa maneira, o uso da APO permitiu: a compreensão da realidade da instituição; a reflexão do processo de habitar no modelo atual; e espera-se, numa escala maior, a possibilidade de mudança de paradigmas arquitetônicos com a inclusão de usuários no processo até então regulados por terceiros.

4 RESULTADOS PARCIAIS: DU COMO DIRETRIZ

Nessa pesquisa, o conceito do Desenho Universal é entendido como o projeto de espaços para atender simultaneamente o maior número de pessoas com diferentes características, de crianças a idosos; permitindo o uso de forma autônoma, segura e confortável (MACE, 1991).

Os resultados apresentados são parciais e se concentraram nos dormitórios. A preferência por esse ambiente está na ligação com a territorialidade e privacidade. O quarto é o primeiro domínio espacial da criança e do adolescente. Ele pode possuir propriedade individual ou compartilhada, mas sempre haverá relação de posse.

Nos estudos de casos, percebeu-se que os dormitórios são coletivos, acolhendo até seis crianças, divididas em três faixas etárias: berçário (entre zero e quatro anos), infantil (entre cinco e doze) e adolescente (entre doze e

dezoito). Nem todas as instituições possuem infraestrutura para dividir os sexos. Dessa maneira, a solução é: acolher no mesmo ambiente menino e menina; ou atender somente um dos sexos. Essa última atitude é condenada oficialmente pela Legislação e normativas brasileiras.

Nos dormitórios estudados, percebeu-se: independente da faixa etária, não é permitido o isolamento, através da ação de fechar a porta do quarto. As apropriações do ambiente são restritas às camas, através de objetos (figura 01). Os armários são coletivos, inclusive são raras as posses de roupas e outros objetos pessoais. Constatou-se também, que em prol da organização da rotina, há rigor nos horários e afazeres. É comum que sejam realizadas atividades para interação dos grupos, desrespeitando as características particulares de cada acolhido e estimulando os sentimentos de coletividade, em detrimento à individualidade, como se esse sentimento fosse de todo maléfico.

Figura 01 – Modelo de demarcação



Fonte: AUTORES, 2015

Na maioria das casas de acolhimento, o mobiliário encontra-se em bom estado de conservação (figura 02). É geralmente, fruto de doações, e por isso respeitavam as normas de dimensionamento padrão.

Figura 02 – Modelo de mobiliário em casa de acolhimento



Fonte: AUTORES, 2015

Com base nos sete princípios do Desenho Universal, foram propostas algumas diretrizes apresentadas a seguir de maneira resumida. O objetivo é aproximar o uso cotidiano das instituições com a relação de uma casa.

1. Uso equitativo: propor que os dormitórios sejam dimensionados considerando padrões antropométricos distintos da infância e adolescência, e ainda, que haja a efetiva divisão por sexos. O universo

institucional atribui padrões residenciais com número de habitantes maior do que aqueles encontrados nas famílias brasileiras, atendendo cerca de 20 crianças e adolescentes. O resultado é que os acolhidos têm de realizar a maior parte das atividades cotidianas e de cuidados pessoais sozinhos ou com menor supervisão. Dessa maneira, propor espaços e objetos que possam ser utilizados por usuários com capacidades diferentes faz-se fundamental. Roupeiros e prateleiras com acessos reguláveis, camas com assentos mais baixos, são alguns dos recursos para permitir o uso independente.

2. Uso flexível: permitir que os ambientes atendam às diferentes necessidades dos usuários. Por exemplo, nos dormitórios acontecem as atividades de descansar, estudar, brincar; todas requerem necessidades espaciais distintas. Delimitar "zonas de atividades" viabiliza o uso por diferentes públicos no ambiente compartilhado.
3. Uso simples e intuitivo: entende-se como necessária a divisão dos usuários em pelo menos três grupos. Dessa reflexão, surge a necessidade do desenho de dormitórios considerando o grau de conhecimento, habilidade de linguagem ou nível de concentração. Por exemplo, ao investigar a privacidade, a criança não tem necessidade, mas o adolescente gradativamente requer maiores graus de domínio do ambiente e de regulagem da interação com os outros.
4. Informação de fácil compreensão: permitir e viabilizar o uso dos ambientes, tal como ter objetos de uso pessoal em fácil acesso, considerando as características de cada idade. Por exemplo, criado mudo ao lado das camas ou prateleiras sobre as mesmas (figura 03), permite a compreensão assertiva do "proprietário" daquele local e dos objetos.

Figura 03 – Prateleiras sobre as camas



Fonte: AUTORES, 2016

5. Tolerância ao erro: em razão das crianças e dos adolescentes realizarem atividades de forma autônoma, os ambientes devem considerar a segurança na concepção de ambientes e a escolha dos materiais de acabamento e demais produtos. Uma das referências devem ser as normas regulamentadoras brasileiras.
6. Esforço físico mínimo: para evitar acidentes infantis, dimensionar elementos e equipamentos para que sejam utilizados de maneira eficiente, segura e confortável. Se possível, ter acesso visual às áreas

externas sem que se precise subir em objetos. A ligação com a rua é fundamental para crianças e adolescentes em situação de internação. Ela permite que os internos não desenvolvam patologias psíquicas e físicas, entre elas o "mal do institucionalizado".

7. Dimensionamento de espaços para acesso e uso abrangente: permitir acesso e uso confortáveis para os usuários, possibilitando o alcance visual dos ambientes e produtos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A situação social brasileira ainda não permite que se extingam as casas de acolhimento, visto que atuam como substitutos (temporários ou não) da moradia de crianças e adolescentes em situação de vulnerabilidade social. A legislação nacional exige que os acolhidos não sejam destituídos do convívio familiar e social. Para que se alcance o tratamento de inclusão almejado, um dos olhares deve ser a avaliação do ambiente construído a partir dos princípios do Desenho Universal, para eliminar (ou minimizar) as barreiras que dificultam o processo de pertencimento a algum lugar durante a institucionalização.

As barreiras atitudinais, especialmente por parte da sociedade brasileira, são de resolução mais complexas. Todavia as físicas também dificultam ou limitam o uso do ambiente construído conforme as atividades cotidianas de uma casa, descaracterizando o objetivo da legislação de incluir e manter o convívio familiar e social.

Nesse contexto, o Desenho Universal foi utilizado para alcançar uma visão de projeto que envolve objetos, ambientes e edificações considerando a diversidade e conceitos de inclusão social e de cidadania. Buscou-se viabilizar a participação dos usuários em todas as atividades cotidianas de uma casa. A pesquisa quando aborda o Desenho Universal pretende que além da usabilidade espacial, alcançar a apropriação do ambiente construído, transformando o espaço em lugar. O conceito principal é o de garantir inclusão no período de institucionalização à criança e ao adolescente.

Numa visão polissêmica, inclusão pressupõe que participando, cada indivíduo possa efetuar posteriormente, uma síntese positiva dos elementos envolvidos na sua vida, a partir do que a sociedade considera como padrão de conforto e bem-estar (MATURANA; VARELA, 1995). Numa casa, seja ela institucional ou não, provisória ou permanente, isso acontecerá mediante a possibilidade de cada indivíduo participar ativamente do cotidiano, de reconhecer a possibilidade de apropriar-se.

O ambiente construído influi na adaptação humana e uma arquitetura não adequada à capacidade do usuário pode tornar cada vez mais difícil a execução de tarefas simples, excluindo ao contrário de incluir. É indiscutível a interação constante entre os espaços, pessoas e atividades, tomar atitudes

para garantir uma vida confortável e facilitada durante o período de institucionalização, permitirá a inclusão segura e eficiente com o ambiente doméstico, além de garantir a inclusão, tão almejada pela Legislação brasileira.

REFERÊNCIAS

ALTMAN, Irwin; RAPOPORT, Amos; WOHLWILL, Joachim F (Eds.). **Environment and culture**. New York: Plenum, 1980. 351 p.

BRASIL. **Lei nº 12.010, de 3 de agosto de 2009**. Dispõe sobre adoção; altera as Leis nos 8.069, de 13 de julho de 1990 - Estatuto da Criança e do Adolescente, 8.560, de 29 de dezembro de 1992; revogam dispositivos da Lei no 10.406, de 10 de janeiro de 2002 - Código Civil, e da Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei no 5.452, de 1o de maio de 1943; e dá outras providências. Brasília, DF: Presidência da República.

_____. **Estatuto da Criança e do Adolescente**: Lei federal nº 8069, de 13 de julho de 1990. Dispõe sobre o Estatuto da Criança e do Adolescente e dá outras providências. Rio de Janeiro: Imprensa Oficial.

DE ASSIS, Simone Gonçalves; FARIAS, Luís Otávio Pires (orgs.). **Levantamento nacional das crianças e adolescentes em serviço de acolhimento**. São Paulo: Hucitec, 2013. 367 p.

ELALI, Gleice Azambuja. **Ambientes para educação infantil: um quebra-cabeça? Contribuição metodológica na avaliação pós-ocupação de edificações e na elaboração de diretrizes para projetos arquitetônicos na área**, 2002. Tese (Doutorado em Estruturas Ambientais Urbanas) - Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

GIFFORD, Robert. **Environmental Psychology**: principles and practice. 4. ed. Boston: Optimal Books, 1997.

FISCHER, Gustave-Nicolas. **Psicologia social do ambiente**. São Paulo: Perspectivas Ecológicas, 1994. 216 p.

LEE, Terence. **Psicologia e Meio Ambiente**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1976. 144 p.

MACE, Ronald; HARDIE, Graeme; PLACE, Jaine. **Accessible environments toward Universal Design**. 1991. In: PREISER, W.; VISCHER, J. C.; WHITE, E. T. (Eds.). Design interventions: toward a more humane architecture. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991.

MATURANA, Humberto Romesín; VARELA, Francisco. **A árvore do conhecimento**: as bases biológicas do entendimento humano. Campinas: Psy II, 1995. 281 p.

MINAYO, Maria Cecilia de Souza. **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. 28 ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2009. 108 p.

NEWCOMBE, Nora. **Desenvolvimento infantil**: abordagem de Mussen. 8. ed. Porto

Alegre: Ed. Artmed, 1999. 561 p.

OKAMOTO, Jun. **Percepção ambiental e comportamento**: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunicação. São Paulo: Instituto Presbiteriano Mackenzie, 2002. 261 p.

ORNSTEIN, Sheila. **Avaliação Pós-Ocupação (APO) do Ambiente Construído**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo (EDUSP), 1992.

RAPOPORT, Amos. **Human Aspects of Urban Form**: Towards a Man Environment Approach to Urban Form and Design. Oxford: Pergamon Press, 1977. 450 p.

SOMMER, Barbara; SOMMER, Robert. **A practical guide to behavioral research**: Tools and techniques. 5. ed. Nova York: Oxford University Press, 2002. 400 p.

SOMMER, Robert. **Espaço Pessoal**: as bases comportamentais de projetos e planejamentos. São Paulo: EPU, Ed. Da Universidade de São Paulo, 1973. 220 p.

TRANCIK, Anika M.; EVANS, Gary W. **Spaces Fit for Children**: Competency in the Design of Daycare Center Environments. 1995. In: Children's Environments. Colorado, v. 12, n. 03, 1995. p. 43-58.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

GESTÃO DE RISCOS E RISCOS DE GESTÃO EM PROJETOS INDUSTRIAIS: ESTUDOS DE CASO[1]

SILVA, Tássia (1); MELHADO, Silvio (2)

(1) POLI-USP, e-mail: tsa29v@hotmail.com; (2) POLI-USP, e-mail: silvio.melhado@usp.br

RESUMO

Em gestão de projetos, riscos e incertezas podem afetar as informações necessárias aos processos decisórios. Desde o início de um projeto, há necessidade de se obterem informações relevantes e indispensáveis para o seu desenvolvimento. Porém, nem todas essas informações são disponibilizadas e muitas delas não possuem o grau de confiabilidade necessário. O risco em projetos é causado por: informações não confiáveis ou inexistentes; adoção de tecnologias novas, imaturas ou não comprovadas; complexidade do projeto; e por fatores imprevisíveis. Os projetos industriais, particularmente, que têm o objetivo de entregar grandes bens de capital, tendem a envolver riscos devidos às complexas tecnologias industriais que influenciam a concepção e detalhamento do projeto, podendo comprometer os objetivos de tempo, custo, escopo e qualidade. A gestão de riscos é prática inerente a qualquer projeto industrial e adotada em todo o mundo; ela requer avaliação dos potenciais riscos e uma estratégia de mitigação com intuito de eliminar ou minimizar possíveis impactos negativos. Considerando este cenário, o objetivo deste artigo é identificar, por meio de estudo de casos, riscos em projetos industriais e propor recomendações de forma a serem alcançados melhores resultados quanto a qualidade, prazo e resultado financeiro em projetos.

Palavras-chave: Gestão de Riscos. Projetos Industriais. Gestão de Projetos.

ABSTRACT

In project management, risks and uncertainties can affect the necessary information during decision-making. Since the project inception it is necessary to obtain relevant and necessary information for its development. However, not all the information required is provided and often much of it is not reliable enough. The project risk is caused by: unreliable or missing information,; adoption of new technologies, whether immature or unproven; project complexity; and unpredictable factors. Industrial projects, particularly, as they are intended to deliver large capital goods, tend to involve risk due to complex industrial technologies that influence the conceptual and detailed design, which may compromise time, cost, scope and quality goals. Risk management is a practice inherent in any industrial project and worldwide adopted. It requires the assessment of potential risks and strategies to their mitigation in order to eliminate or minimise their negative impacts. Considering this scenario, the purpose of this article is to identify, through case studies, risks in industrial projects and make recommendations in order to be achieved the best results in terms of quality, time and financial results in projects.

***Keywords**: Risk Management. Industrial Projects. Project Management*

[1] SILVA, Tássia; MELHADO, Silvio. Gestão de riscos e riscos de gestão em projetos industriais: estudos de caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A gestão de riscos vem ganhando espaço e atenção no âmbito da gestão de projetos e isto se deve, entre outros fatores, às análises da gestão dos projetos como um todo e de seus resultados finais. O sucesso de um projeto, quando considerados prazo, custo e qualidade depende em grande escala de como o projeto trata os riscos apresentados (Silva; Melhado, 2014).

De acordo com Thuyet, Ogunlana e Dey (2007), riscos na construção civil frequentemente causam excessos de prazo e custo. Muitos projetos têm atrasado ou excedido seus orçamentos, devido ao fato de os gerentes de projeto não conseguirem gerenciar os riscos de maneira eficaz. Esses problemas parecem acontecer com mais frequência hoje devido à natureza da economia. Os projetos atuais estão consideravelmente mais expostos a riscos e incertezas por causa de fatores como complexidade no planejamento e no projeto, presença de várias partes interessadas (investidores, consultores, fornecedores, etc.), disponibilidade de recursos (materiais, equipamentos, fundos, etc.), ambiente climático, preocupações sociais, bem como fatores legais, econômicos e políticos. A diferenciação entre riscos e incertezas está no fato de que os primeiros podem ter sua probabilidade de ocorrência conhecida, enquanto as incertezas não.

Por meio de estudos de caso de projetos industriais, o trabalho descreve o processo de projeto e analisa as práticas de gestão nesse segmento, com ênfase nas atividades de gestão de riscos e suas consequências.

Os métodos de pesquisa adotados foram: revisão da literatura sobre gestão de empreendimentos, gestão de projetos, gestão de riscos e outros conteúdos que fundamentam o trabalho, além da realização do estudo de caso. Um dos critérios para selecionar a empresa estudada foi obter informação prévia sobre a organização; como, por exemplo, se a empresa teria disponibilidade para fornecer as informações solicitadas pela pesquisa, bem como o acesso aos profissionais envolvidos para proceder às entrevistas. Uma vez selecionada a empresa do estudo de caso, as informações necessárias foram obtidas com o coordenador do projeto, engenheiros e líderes das disciplinas envolvidas, incluindo entrevistas técnicas e análise de documentos como contratos, projetos e atas de reunião. Um questionário semiestruturado foi desenvolvido como base para as entrevistas.

Com base nos resultados dos estudos de caso, assim como na literatura de gestão de riscos, o objetivo deste trabalho é propor recomendações para gestão dos riscos em projetos industriais.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Definição de Risco

Os projetos industriais tendem a apresentar inúmeros e variados riscos, devido, por exemplo, à complexidade e às diferentes tecnologias que são aplicadas ao seu desenvolvimento. De acordo com Rabechini Junior e

Carvalho (2013), nas dimensões de tecnologia e inovação parecem estar os aspectos mais relevantes da incerteza, havendo, portanto, uma relação direta entre essas variáveis. Dessa forma, acredita-se que quanto maior o grau de inovação e tecnologia, maiores as incertezas envolvidas.

Em gestão de projetos, o conceito de incerteza pode estar relacionado à qualidade de informações necessárias quando de um processo decisório. Logo no inicio de um projeto, há a necessidade de se obterem informações relevantes e indispensáveis para o seu desenvolvimento. Porém, nem todas essas informações são disponibilizadas e, quando o são, muitas não possuem o grau de confiabilidade necessário. Diante deste contexto, a decisão de assumir riscos considerando as informações existentes é crítica para o projeto. Segundo Navarro (2007), quando não há informações suficientes para a tomada de decisões ou planejamento do projeto, as premissas preenchem esses vazios. Porém, é possível que essas premissas não sejam verdadeiras, e caso isso ocorra, muito provavelmente levarão a fracassos.

Na gestão de projetos, os eventos de risco muitas vezes são classificados como ameaças e oportunidades. Como afirma Schuyler (2001), a gestão de riscos em projetos possui o objetivo de reduzir a probabilidade e os impactos das ameaças, além de aumentar a probabilidade e os impactos das oportunidades.

2.2Tipologia dos Riscos de Projetos

O Relatório Final sobre Riscos Universais em Projetos, RISKSIG – PMI (HALL; HULLET, 2002), define três grandes grupos de riscos. São eles: os riscos de gestão, externos e tecnológicos, que podem ser descritos da seguinte forma:

Riscos de Gestão

Um conjunto de riscos que caracterizam a organização responsável pelo projeto, ou estão sob o seu controle. Estes incluem gestão de projetos, gestão de sistemas e aspectos de risco de gestão organizacional. Neles estão envolvidos a condição da organização, seus recursos e cultura pessoal, tendências organizacionais, situação financeira e comunicação ou estilo da gestão. Neste grupo, para a identificação de potenciais riscos podem ser realizados, entre outros, os seguintes questionamentos: a empresa possui canais de comunicação eficazes? A organização pode tomar decisões? Existe compromisso com a elaboração de planos de projeto realistas? A empresa está comprometida a ter recursos para gerir os riscos? Existe compromisso com as melhores práticas em seus processos?

Riscos Externos

Um conjunto de riscos que se encontra fora do controle da organização que detém o projeto. Áreas de risco externo incluem as ações de terceiros (por exemplo, clientes, stakeholders, fornecedores, concorrentes, etc.), de forças climáticas, demografia, mercado de materiais e crescimento econômico. Também são potenciais riscos as condições metereológicas, sísmicas, mercado financeiro, questões políticas, entre outros. Uma maneira de

identificar potenciais riscos externos seria por meio da análise de projetos semelhantes, pois desvios quanto aos resultados planejados podem ocorrer caso não exista experiência pertinente no tipo de projeto em questão.

Riscos Tecnológicos

Um conjunto de riscos inerentes à tecnologia e processos utilizados em um projeto. Riscos tecnológicos são os riscos que abrangem os recursos e tecnologias de apoio, e processos de desenvolvimento de ambientes operacionais. Informações quanto às condições e requisitos impostos pelo projeto, assim como a capacidade de selecionar tecnologia apropriada, o conhecimento da complexidade do projeto e se as várias restrições (custo, prazo e desempenho) estabelecidas são consistentes com a aplicação e escolha da tecnologia utilizada, devem ser considerados quando da identificação dos potenciais riscos tecnológicos em um projeto.

Como resultado da pesquisa realizada por Thuyet, Ogunlana e Dey (2007), foram identificados os dez maiores riscos que afetam os projetos de óleo e gás. São eles:

1. Sistema de governo burocrático e procedimento extenso para aprovação de projeto;
2. Má qualidade do projeto;
3. Incompetência da equipe do projeto;
4. Concorrência inadequada;
5. Processo de aprovação interna demorado;
6. Estrutura de projeto inadequada;
7. Estudo de viabilidade do projeto inadequado;
8. Ineficiência e baixa performance das construtoras;
9. Planejamento e orçamento do projeto incorretos;
10. Mudanças no projeto.

Esses riscos relativos à área de óleo e gás são os mesmos identificados em muitos outros projetos industriais, pois, independentemente da área de negócio, ou seja, a especificidade dos projetos industriais, grande parte dos riscos que podem afetar o desempenho do projeto são os mesmos.

É possível afirmar que os riscos identificados estão associados a praticamente todas as etapas do processo de projeto; por exemplo, a definição da estrutura de projeto pode afetar a disponibilidade de recursos e influenciar o planejamento das atividades a serem desenvolvidas. Além disso, a má qualidade de projeto pode induzir riscos que se manifestarão durante a fase de execução. Dessa forma, a identificação e análise dos riscos devem ser consideradas de forma integrada, pois diferentes riscos podem ser identificados nas diferentes etapas, e esses riscos podem se combinar de forma crítica e tal combinação levar a consequências ainda mais graves.

2.3 Processos de Gestão de Riscos

Gestão de riscos é a arte e a ciência de planejar, avaliando (identificando e analisando), controlando e monitorando ações que conduzam a eventos futuros, para assegurar resultados favoráveis. Assim, um bom processo de gestão de riscos é naturalmente pró-ativo e é fundamentalmente diferente da gestão de crises (ou resolução de problemas), que é reativa. Um evento futuro possui uma probabilidade de ocorrer, porém quando essa probabilidade é de 0% ou 100% não podem ser considerados como risco. Uma vez que se sabe que há 100% de certeza de que um evento futuro acontecerá, então se tem um problema ou uma crise, não um risco (ROVAI, 2005).

De acordo com PMI (2009), a gestão de riscos tem o objetivo de identificar e priorizar os riscos antes de sua ocorrência e fornece informações orientadas para ação dos gestores de projeto. Essa orientação requer considerações de eventos que podem ou não ocorrer e são, portanto, descritos em termos de probabilidade de ocorrência, além de outras dimensões, tais como seus impactos em objetivos.

O PMBOK (2013) define a gestão de riscos como parte dos processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto. Os objetivos da gestão de riscos são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto. Abaixo o resumo dos processos de gestão dos riscos do projeto:

- Planejar a gestão dos riscos;
- Identificar os riscos;
- Realizar a análise qualitativa dos riscos;
- Realizar a análise quantitativa dos riscos;
- Planejar as respostas aos riscos;
- Controlar os riscos.

Gestão de riscos em projetos não é uma atividade opcional: é essencial para o sucesso da gestão de projetos. Deve ser aplicada em todos os projetos e, consequentemente, incluída nos planos de projeto e documentos operacionais. Dessa forma, torna-se parte integral de todos os aspectos da gestão de projetos, em todas as fases e em todos os grupos de processo (PMI, 2009).

3 ESTUDOS DE CASO

3.1 Empresa A

A projetista é uma empresa brasileira de projetos, gerenciamento, engenharia e fornecimento de pacotes EPC/EPCM, fundada em 1987. Possui matriz na cidade de São Paulo e filiais em: Vitória (ES), Belo Horizonte (MG),

Salvador (BA), São Luís (MA), Belém (PA) e Neuquén, na Argentina. Além destas unidades, conta ainda com grupos-tarefa alocados no Brasil e no exterior.

Com cerca de 2.300 profissionais (83% atuam na área técnica e 17% na administrativa), a projetista possui clientes de diferentes segmentos, como Mineração, Metalurgia, Siderurgia, Fertilizantes, Óleo e Gás, Petroquímica, Infraestrutura, Energia, Projetos Portuários, Gerenciamento de Implantação e Construções.

A empresa realiza serviços de consultoria e estudos (estudos de mercado / viabilidade técnico-econômica, impactos ambientais, HAZOP, análise de riscos de projetos); projeto conceitual, básico e detalhado multidisciplinar; Suprimentos; Comissionamento /Assistência à Partida e Pré-Operação; Gerenciamento de Implantação e Construções.

A gestão de projetos na Empresa A está vinculada a seu corpo gerencial, formado por coordenadores de projeto e departamento de planejamento. Tanto os coordenadores quanto os planejadores respondem diretamente às diretorias dos segmentos industriais e de gerenciamento.

3.2 Empresa B

A empresa de Engenharia Consultiva foi fundada em 1990. Possui matriz em São Paulo e filiais no Rio de Janeiro/RJ e Esteio/RS, oferecendo serviços de Projetos Básicos e Detalhado, Engenharia de Suprimentos, Gerenciamento de Empreendimentos, Serviços em EPC´M, Estudos Ambientais, Avaliações e Diagnósticos.

Com cerca de 800 colaboradores, a empresa atua nos segmentos industriais de Óleo, Gás e Petroquímica (Refinarias, Plantas Petroquímicas, Dutos e Terminais), incluindo Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Saneamento de Água e Esgoto, Estudos Ambientais e Recursos Hídricos) e Infraestrutura (Transportes Multimodais, Infraestrutura Urbana e Energia).

A empresa possui uma ampla gama de disciplinas desenvolvidas por profissionais como: analista de sistemas, coordenadores, gerentes, civil, elétrica, equipamentos, instrumentação, tubulação, processo químico, materiais, planejamento, qualidade e HSE, entre outras.

3.3 Caracterização dos Estudos de Caso

O **Caso 1** refere-se a uma Usina Siderúrgica que terá capacidade anual de produção de 2.500.000 de toneladas de placa. O empreendimento tem investimento estimado em R$ 5.800.000 e geração de 16.000 empregos. Além da usina para produzir placas e aços laminados, o empreendimento compreende a construção de um acesso ferroviário, para receber o minério de ferro, e a construção de um terminal fluvial no rio Tocantins, para receber o carvão mineral e fazer seu escoamento da produção até o Terminal Portuário de Vila do Conde, em Barcarena (PA). Para elaboração dos projetos acima foram vendidas 5.000 horas técnicas de engenharia e 1.000

horas técnicas de coordenação e planejamento, sendo prazo contratual de cinco meses, regime de contratação por preço global no valor total de R$ 754.594,86.

Quanto ao **Caso 2**, trata-se da implantação de uma Unidade de Recuperação de Hidrogênio e Construção Civil do Sistema de Enriquecimento de Oxigênio – UHR. Para os serviços a preço global de projeto de detalhamento os honorários consistem em R$ 3.682.712,80, compreendendo 28 mil horas técnicas de engenharia no prazo de 14 meses.

Com relação ao **Caso 3**, trata-se da elaboração de Projeto Básico e Executivo para estudos e/ou ampliações de edifícios, áreas de produção, envase, embalagem e utilidades existentes no site, a partir de projeto conceitual. A fábrica incluirá um total de três unidades de produção para produtos cosméticos, fragrâncias e produtos de higiene pessoal. Para a prestação dos serviços, o valor do projeto é de R$ 3.598.182,78, com prazo de 5 meses e 27 mil horas técnicas de engenharia.

3.4 Gestão de Riscos nos Casos Estudados

Após entrevistas, análises de documentos dos projetos e coleta de dados baseada em um protocolo de estudo de casos múltiplos, foi realizada uma síntese das principais observações realizadas quanto à gestão de riscos.

3.4.1 Estudo de Caso 1

Dado por finalizado o processo de iniciação, durante a reunião de kick-off meeting (KOM), dúvidas e questionamentos foram discutidos para se obter uma compreensão comum entre as partes (cliente e projetista) em relação ao escopo. O coordenador do projeto realizou a tarefa de detalhar o escopo para a equipe, direcionando a cada envolvido os serviços a serem realizados. Particularmente, foi verificado que, naquele momento, não havia recursos humanos disponíveis na empresa para a realização do projeto de drenagem. Considerando o prazo curto e como ação de mitigação de críticas ao projeto básico realizadas pelo cliente, o coordenador tomou a decisão de contratar uma consultoria técnica externa para a elaboração desse projeto de drenagem.

Conforme relato do gerente do projeto, ao final do processo de execução do projeto de drenagem, o consultor externo disponibilizou os documentos de projeto à projetista na data limite de sua entrega ao cliente. Para atender ao prazo contratual, o coordenador do projeto decidiu não realizar as verificações de interferências com as outras disciplinas. O projeto foi entregue ao cliente sem nem mesmo ter sido realizada uma análise crítica; ou seja, o processo de monitoramento e controle não foi realizado adequadamente, pois não houve controle do escopo e da qualidade do projeto.

Após a ocorrência de graves problemas durante a execução (trincas e

escorregamento dos platôs terraplenados), o cliente, juntamente com a gerenciadora procedeu a uma verificação do projeto detalhado entregue. Nessa verificação, foram encontrados equívocos nos desenhos de drenagem (aqueles que foram realizados com consultoria técnica contratada e que não sofreram nenhum tipo de verificação antes da entrega) gerando inúmeros prejuízos, além de novas análises e correções do projeto.

Com base nas entrevistas realizadas e verificação das documentações do caso, é possível afirmar que, quanto à tipologia dos riscos o Caso 1 pertence aos grupos de riscos de gestão e riscos externos. A empresa não possui procedimentos e processos para elaborar a gestão de riscos e não foi elaborada nenhuma análise de risco quanto à aquisição de serviços externos. Esta análise deveria ser realizada com uso do planejamento da gestão de riscos e, após esse processo, os riscos referentes à contratação de terceiros para realização de parte do escopo do projeto deveriam ser identificados. Riscos relacionados a prazo e qualidade seriam exemplos de riscos a serem analisados, monitorados e controlados a fim de garantir os objetivos do cliente quanto ao trabalho realizado.

3.4.2 Estudo de Caso 2

A projetista foi contratada para desenvolver projeto básico e detalhado, ou seja, a sua execução ocorreu em duas fases e houve a participação das disciplinas: arquitetura, estrutura de concreto, infraestrutura, estrutura metálica, mecânica, HVAC, processo químico, tubulação, sistema de combate a incêndio, sistemas de engenharia e engenharia econômica.

Foi o primeiro projeto desenvolvido na empresa com modelagem da informação da construção; a projetista não possuía know-how de modelagem ou do software adotado, e esse foi um dos principais geradores das inúmeras dificuldades ao longo do projeto.

Algumas deficiências no processo de projeto com uso da modelagem da informação da construção impactaram a elaboração das atividades e, consequentemente, sua qualidade:

- Inexperiência no desenvolvimento de modelos tridimensionais;

- Deficiência no esclarecimento de escopo do nível de detalhamento do projeto a partir das reuniões iniciais (KOM);

- Nível de detalhamento e requisitos para o modelo.

A projetista não realizou análise de riscos quanto à falta de conhecimento e experiência na elaboração de projeto utilizando a modelagem. O Caso 2 pertence ao grupo de riscos de gestão e riscos tecnológicos; embora a utilização do sistema tenha sido exigência do cliente, o coordenador do projeto, com apoio da equipe, deveria ter identificado os riscos dessa exigência contratual, de modo a serem analisados, monitorados e controlados durante toda o projeto. Retrabalhos, diminuição da produtividade da equipe pela falta de conhecimento no uso do software,

maior tempo de execução das atividades devido à cultura de projetar em "2D" foram motivo de atrasos que poderiam ter sido evitados com a identificação dos riscos que contribuíram para esses resultados negativos.

3.4.3 Estudo de Caso 3

Segundo relato da construtora, durante a fase de construção foram enfrentadas dificuldades relacionadas ao projeto como, por exemplo:

- A interligação enterrada (underground) site – subestação, de 400m de comprimento, foi dificultada, pois havia um canteiro de obras de outra construtora causando interferência no seu caminhamento. Estava prevista a desmobilização do canteiro vizinho antes do início dessa atividade, porém a desmobilização atrasou, afetando a execução dessa interligação;

- Questões climáticas motivaram aditivos de prazo, pois a grande quantidade de dias chuvosos interferiu no cronograma de execução;

- A construtora teve alguns prejuízos financeiros decorrentes de alterações de prazo devidas a atraso de entrega e falhas de projeto. Segundo o entrevistado, "a execução do piso industrial ocorreu concomitantemente com a montagem eletromecânica e a execução das obras de underground (ex.: drenagens) também ocorreu simultaneamente com a montagem eletromecânica"; Com a obra em andamento, o quanto antes os projetos fossem entregues menos ociosidade e prejuízos a construtora teria. E o que se pôde perceber é que não houve uma efetiva análise crítica do projeto pela projetista, acarretando em falhas. Pelo contrato, a construtora repassaria esses prejuízos à projetista.

O Caso 3 pertence aos grupos de riscos de gestão e riscos externos, pois a construtora, que também atuou como gerenciadora, não realizou análise de risco quanto às atividades que dependiam de fatores externos como, por exemplo, o atraso da desmobilização do canteiro vizinho que afetou a execução do caminhamento da interligação enterrada. Caso esse risco tivesse sido identificado, avaliado, monitorado e controlado, muito provavelmente não ocorreria atraso ou ele seria minimizado. Outro exemplo da falta de gestão de riscos foi a questão climática, pois uma análise dos índices pluviométricos da região poderia ser suficiente para a identificação, avaliação, monitoramento e controle desse risco, minimizando os impactos no prazo. E ainda, não foi realizada a gestão de riscos pela projetista no que diz respeito à elaboração do projeto com a obra em andamento. Havia a necessidade de se projetar o mais rápido possível, pois a construtora aguardava informações e qualquer atraso ou ociosidade da equipe da construtora poderia ser repassada à projetista, provocando prejuízos. A identificação, avaliação, monitoramento e controle desse risco poderiam evitar problemas de qualidade no projeto e atender aos prazos do cliente.

O Quadro 1 resume os principais pontos observados nos três casos estudados.

Quadro 1 – Síntese dos Estudos de Caso

	Caso 1	**Caso 2**	**Caso3**
Tipologia dos Riscos	Riscos de Gestão Riscos Externos	Riscos de Gestão Riscos Tecnológicos	Riscos de Gestão Riscos Externos
Ocorrências	Não foi elaborada nenhuma análise de risco quanto à aquisição de serviços externos.	Não foi realizada análise de risco quanto à falta de conhecimento e primeira experiência na elaboração de projeto utilizando o sistema BIM.	Não houve análise de risco quanto atividades que dependiam de fatores externos, como por exemplo, o atraso da desmobilização do canteiro vizinho que afetou a execução do caminhamento da interligação enterrada. Também não foi realizada a gestão de riscos pela projetista, por exemplo, no que diz respeito à elaboração do projeto com a obra em andamento, Outro exemplo da falta de gestão de riscos foi em relação à questão climática.
Processos de Gestão de Riscos	Não foi identificado: - Planejamento dos riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa dos riscos - Análise quantitativa dos riscos - Planejamento das respostas aos riscos - Controle dos riscos	Não foi identificado: - Planejamento dos riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa dos riscos - Análise quantitativa dos riscos - Planejamento das respostas aos riscos - Controle dos riscos	Não foi identificado: - Planejamento dos riscos - Identificação dos riscos - Análise qualitativa dos riscos - Análise quantitativa dos riscos - Planejamento das respostas aos riscos - Controle dos riscos

3.5 Recomendações para a Gestão de Riscos

Ao longo da elaboração de um projeto, muitas situações de risco podem ser identificadas e uma efetiva análise e gestão de riscos podem garantir resultados favoráveis, além de evitar impactos negativos e prejuízos. As empresas estudadas poderiam ter apresentado uma melhor qualidade dos projetos e melhor resultado financeiro se tivessem aplicado a gestão de riscos em seus projetos, particularmente, quanto aos **riscos de gestão**.

Abaixo, são apresentadas 20 recomendações preliminares que podem ajudar a mitigar riscos de gestão em projetos industriais, com base nos casos estudados e nas diretrizes apresentadas em SILVA; MELHADO (2014):

Quanto às informações de entrada

1. Avaliar as informações de entrada quanto à suficiência para atender às necessidades do projeto, em todas suas etapas
2. Avaliar a frequência de ocorrências que afetaram os resultados em projetos anteriores similares (especialmente aqueles do mesmo cliente)
3. Registrar em banco de dados os riscos identificados para o projeto de maneira a atender aos requisitos da gestão do conhecimento

Quanto à gestão e os gestores do projeto

4. Estabelecer quadro de competências e habilidades requeridas para a equipe gestora, bem como eventual demanda de consultoria especializada em gestão
5. Capacitar e treinar continuamente os gestores, para evolução das competências alocadas à gestão de riscos

6. Analisar criticamente e atualizar constantemente o quadro de riscos do projeto e as medidas de controle ou mitigação a eles associadas
7. Criar e manter sistema de controle de documentação, confiável e capaz de rastrear a circulação dos documentos de projeto

Quanto à interferência de outros agentes do projeto

8. Completar e manter atualizada a matriz de responsabilidades do projeto
9. Avaliar possíveis incertezas relacionadas aos objetivos declarados e não-declarados do Cliente
10. Analisar os riscos relacionados a inadequações do projeto às exigências de Órgãos de Aprovação e Reguladores
11. Analisar os riscos oriundos de conflitos de interesse com outros agentes relevantes do projeto como, por exemplo, a Construtora
12. Analisar os riscos ligados aos impactos do projeto sobre demais partes interessadas e a Sociedade

Quanto ao detalhamento dos projetos

13. Analisar os escopos de projetos e necessidades de consultoria
14. Definir Nível de Desenvolvimento (ND) requerido em cada etapa para a modelagem da informação da construção (MANZIONE, 2013)
15. Analisar os riscos ligados aos serviços de projeto e consultoria contratados de terceiros
16. Não considerar estudos preliminares e projetos básicos não aprovados como documentos confiáveis para tomada de decisão.

Quanto à interação projeto-execução

17. Analisar in loco os riscos das condições reais de execução do projeto
18. Analisar os riscos de falta de integração entre os agentes de projeto e de execução

Quanto à influência de fatores externos

19. Analisar os riscos vinculados aos fatores climáticos
20. Analisar os riscos de perturbações no quadro sócio-político-econômico, durante o período do projeto

3.6 Conclusão

Para que os projetos industriais possam apresentar melhor desempenho quanto a qualidade, prazo e resultados financeiros é necessário que a organização tenha entendimento dos potenciais riscos de seus projetos, avaliando-os de forma a antecipar possíveis impactos negativos e escolher métodos apropriados para sua gestão.

Os riscos de gestão estão presentes nos três estudos de caso, podendo levar à conclusão de que as empresas de engenharia do setor industrial não têm

o entendimento da importância da gestão destes riscos em seus projetos. As organizações necessitam entender como uma análise e avaliação eficaz podem ser utilizadas de modo a antecipar potenciais riscos quando implementados novos sistemas e processos de gestão e, assim, garantir melhores resultados aos seus projetos.

Este trabalho faz parte da pesquisa de Doutorado da primeira autora, em andamento.

REFERÊNCIAS

HALL, D.; HULLET, D. **Universal Risk Project**, PMI, 2002.

MANZIONE, L. **Proposição de uma estrutura conceitual de gestão do processo de projeto colaborativo com o uso do BIM**, Tese, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

NAVARRO, S.S. **Planejamento de empreendimentos imobiliários: gestão de risco orientada a gestão de prazo com ênfase na identificação de alertas antecipados**, Dissertação, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, Practice standard for project risk management, Newtown Square, 2009.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, **PMBOK: Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos**, 5ª edição, 2013.

RABECHINI Junior, R,; CARVALHO, M.M. **Relacionamento entre gerenciamento de risco e sucesso de projetos**, Produção, v.23, n.3, 2013.

ROVAI, R.L. **Modelo estruturado para gestão de riscos em projetos: estudo de múltiplos casos**, Tese de doutorado – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

SCHUYLER, J. **Risk and decision analysis in projects**, Project Management Institute, 2001.

SILVA, T.F.L; MELHADO, S.B. **Gestão de projetos industriais**. Editora PINI. São Paulo, 2014.

THUYET, N.V.; OGUNLANA, S.O.; DEY, P.K. **Risk management in oil and gas construction projects in Vietnam**, International Journal of Energy Sector Management, Bingley, vol. 1, n. 2, p.175-194, 2007.

YIN, R.K. **Estudo de caso – planejamento e métodos**, Bookman, 2001.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ARQUITETURA ESCOLAR WALDORF, OPINIÕES E PREFERÊNCIAS DE SEUS USUÁRIOS[1]

OLIVEIRA, Thaís R. S. Cardoso (1); IMAI, César (2)

(1) UEL, e-mail: thais_arq@yahoo.com.br; (2) UEL, e-mail: cimai@uel.br

RESUMO

A arquitetura escolar Waldorf, objeto desse estudo de mestrado, é característica de escolas que aplicam a pedagogia Waldorf, idealizada pelo educador e filósofo austríaco Rudolf Steiner, no início do século XX. O objetivo dessa pesquisa é identificar quais as opiniões e preferências dos alunos e professores em relação aos atributos dos ambientes físicos dessas escolas, por meio de um estudo de caso em escola Waldorf do interior paulista, que possui ambientes "Waldorf" e "não Waldorf", possibilitando estudo comparativo na mesma instituição. Aplicaram-se métodos da Avaliação Pós-Ocupação, que possibilitaram abordar diretamente seus usuários. Serão aqui apresentados: poema dos desejos aplicados a alunos do ensino fundamental até sétimo ano e entrevistas com suas professoras, ambos após realização de mapa comportamental. Pelos resultados, identificou-se uma maior preferência dos usuários pela possibilidade de contato com a natureza e de customização dos ambientes internos por eles próprios. Portanto, os atributos físicos não possuem aspecto preponderante em si, mas principalmente o modo como esses ambientes possibilitam que os usuários deles se apropriem, gerando senso de pertencimento e satisfação. A contribuição desse trabalho é orientar projetos de construção e ampliação de escolas Waldorf, com base nas exigências dessa pedagogia e nas opiniões e preferências dos usuários.

Palavras-chave: Escola Waldorf. Arquitetura escolar. Relação Ambiente Comportamento. Avaliação Pós-Ocupação (APO).

ABSTRACT

The Waldorf School Architecture, Master thesis' object of study, is characteristic of schools that apply the Waldorf Pedagogy, created by Austrian educator and philosopher Rudolf Steiner, in the early twentieth century. The aim of this research is to identify what are the opinions and preferences of students and teachers regarding physical environments attributes of those schools, by a case study in a Waldorf school in the State of São Paulo, Brazil, which has "Waldorf" and "no Waldorf" environments, enabling a comparative study in the institution. We applied methods of Post-Occupancy Evaluation that enabled us to approach its users directly. We will present here: wish poem presented to elementary school students of until seventh grade, and interviews presented to their teachers, both applied after behavioral maps. By the results, we identified a greater preference of user for the possibility of contact with nature and customization of internal environments by themselves. Therefore, the physical attributes have no preponderant aspect themselves, but mainly the way environments enable users' appropriation, thus generating a sense of belonging and satisfaction. This work contribution is assist in building and renovation projects of Waldorf schools, based on their pedagogy requirements, and their users' opinions and preferences.

[1]OLIVEIRA, Thaís R. S. Cardos e; IMAI, César. Arquitetura Escolar Waldorf, Opiniões e Preferências de seus Usuários. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16. 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Waldorf School. School Architecture. Environmental Behavior Relations. Post-Occupancy Evaluation (POE).*

1 INTRODUÇÃO

Arquitetura escolar Waldorf, de linhas orgânicas, é característica de escolas que aplicam pedagogia Waldorf, ambas provenientes da Antroposofia, idealizada pelo educador e filósofo austríaco Rudolf Steiner, no início do século XX (LANZ, 1998). Esse ensino visa formar a criança física, intelectual, emocional, social e espiritualmente, e considera os ambientes físicos parte do processo de aprendizagem (WONG, 1987). Desse modo, segundo esta autora, são fornecidas atmosferas ambientais variadas, como meio de ensinar pelos sentidos, integração social gradual e contato com a natureza.

Esta arquitetura é objeto de estudo deste trabalho, parte de pesquisa maior de mestrado, cuja questão era: esses ambientes físicos Waldorf são identificados pelos usuários e a eles agradáveis, conferindo-lhes bem-estar? O objetivo foi identificar as opiniões e preferências de seus usuários em relação aos atributos desses ambientes físicos. Para tanto, realizou-se um estudo de caso em escola Waldorf do interior paulista, que possui ambientes concebidos sob os preceitos dessa arquitetura ("Waldorf") e outros de arquitetura convencional ("não Waldorf"), possibilitando estudo comparativo na mesma instituição. Serão apresentados apenas os ambientes do ensino fundamental, composto por três salas de aula "Waldorf", em alvenaria, com formatos poligonais aplicados aos seus planos construtivos, diferentes entre si, e quatro "não Waldorf", pré-fabricadas em madeira, com formatos aproximadamente retangulares, bastante semelhantes.

Serão expostos os princípios projetuais Waldorf e as opiniões e preferências identificadas por meio de métodos de APO, que possibilitaram abordar diretamente seus usuários: poema dos desejos com alunos do ensino fundamental até sétimo ano e entrevistas com suas professoras, ambos realizados após observações por mapa comportamental (SOMMER; SOMMER, 2002; RHEINGANTZ, et al., 2009). Ao longo dessa fase escolar, a mesma professora acompanha seus alunos, ocupando com eles nova sala de aula a cada ano (LANZ, 1998). Assim, ambos poderiam se expressar, comparando esses ambientes variados.

2 ENSINO FUNDAMENTAL WALDORF

O ensino fundamental (seis a quatorze anos) ocorre, conforme a pedagogia Waldorf, no segundo ciclo infantil, em que se desenvolvem emotividade e fantasia, aprende-se pela imaginação e participação direta, sendo as crianças autoras ativas do próprio desenvolvimento (LANZ, 1998; EDWARDS, 2002). Desse modo, os ambientes físicos escolares devem ser funcionais, polivalentes e esteticamente agradáveis, dando suporte a variadas experiências práticas, algo endossado por especialistas em arquitetura escolar (HERTZBERGER, 1999; TAYLOR; ENGGASS, 2009; DESIGN; FURNITURE; DESIGN, 2010; DUDLA, 2011; NAIR, FIELDING, LACKNEY, 2013).

Devem ser ainda humanizados, algo alcançado por quatro fatores, conforme Kowaltowski (1980; 1989): atmosfera caseira, presença da natureza, adequação à escala humana e estética agradável. Segundo Schalz (2015) e Walden (2015), o uso de salas de aula com planta baixa poligonal, resultariam em uma estética inovadora e atraente, conduzindo ao bem-estar.

Nas escolas Waldorf, isso também é defendido, sob outra ótica: como as necessidades do desenvolvimento infantil e pedagógicas modificam-se gradualmente e a experiência espacial/ambiental faz parte do aprendizado. As salas ocupadas anualmente pela professora com seus alunos devem ser formalmente diferentes entre si, igualmente modificando-se gradualmente (WONG, 1987; ADAMS, 2005; MÖSCH, 2009a; ALVARES, 2010).

O ritmo, assim como as cores do ambiente adequadas às faixas etárias e os estímulos sensoriais conferidos por diversos materiais naturais presentes na edificação e nos objetos, auxiliam a compor essa estética "agradável", diretamente relacionada ao desenvolvimento emocional das crianças (WONG, 1987; MÖSCH, 2009a; 2009b).

Já o aspecto caseiro auxiliaria na transição da casa para a escola e a reduzir o estresse comum em ambientes institucionais (NAIR, FIELDING, LACKNEY, 2013). Isso pode ser alcançado pela oferta de oportunidade para os usuários colocarem em prática suas preferências, personalizando seus ambientes (HERTZBERGER, 1999) e pela presença de cantos para lhes proporcionar privacidade (EVANS, 2006), ambos relacionados à satisfação e bem-estar.

A respeito dos cantos, particularmente nas salas do ensino fundamental Waldorf, destinam-se aos temas do ensino e às atividades de concentração (WONG, 1987), enquanto o ambiente caseiro é conferido pela maneira como as professoras ambientam-nas, seguindo as orientações deixadas por Steiner (KRAFTL; ADEY, 2008).

É ainda vital um dimensionamento suficiente para que as crianças possuam espaço para movimentação e exercício da autonomia (DESIGN; FURNITURE; DESIGN, 2010; DUDLA, 2011), evitando que se sintam aglomeradas ou confinadas (TANNER, 2009). Ao mesmo tempo, é necessário que os ambientes estejam adequados à escala infantil, algo relacionado à saúde, segurança, sensação de conforto, interações sociais, desempenho escolar e comportamento (DURÁN-NARUCKI, 2008; KOWALTOWSKI, 2011; FERGUSON, et al., 2013; WALDEN, 2015).

Há ainda dois elementos fortes nessa pedagogia: artes e conexão com a natureza. Esta é amplamente defendida, por fortalecer o vínculo e incutir a responsabilidade moral das crianças com o meio ambiente (WONG, 1987; LANZ, 1998; ALVARES, 2010; HASSAN, 2015). É alcançada de várias maneiras: contato direto com a natureza em ambientes externos e cultivo de plantas no interior das salas de aula; aplicação de arquitetura sustentável, destacando-se o emprego de materiais naturais nas edificações, mobiliários

e objetos, captação de iluminação e ventilação naturais.

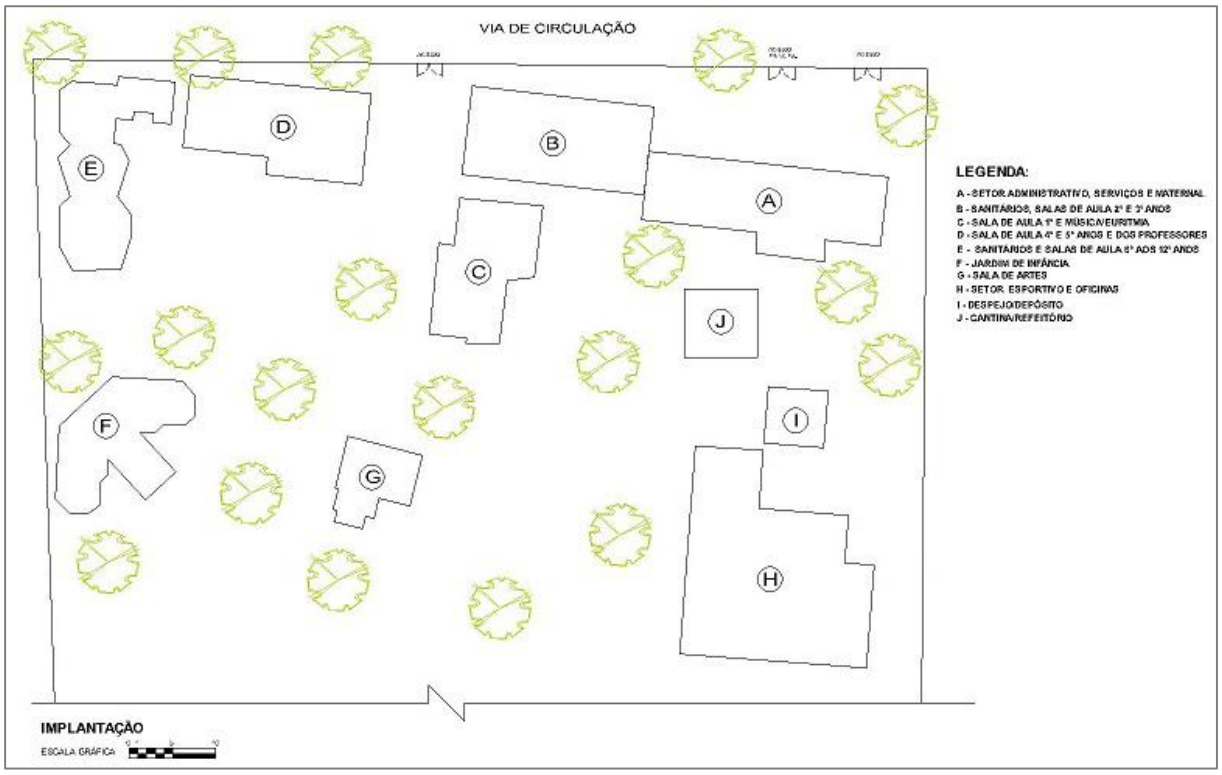
Já as artes, especialmente importantes nesse ciclo infantil, permeiam todo o ensino Waldorf (LANZ, 1998), devendo inclusive a própria sala de aula dar suporte a atividades, p.ex., musicais, "contação" de estórias e aquarela, assim como à exposição dos trabalhos escolares, frequentemente em seu interior (WONG, 1987).

3 MÉTODOS

Um estudo de caso possibilita abordar os usuários em situação de vida real, normalmente por observações diretas e entrevistas, entretanto, para maior aprofundamento, é recomendada uma abordagem multimétodos (YIN, 2010). Foi realizado um estudo de caso único, que será parcialmente exposto neste trabalho, em escola Waldorf do interior paulista, após as devidas autorizações por parte da escola.

Segundo Sanoff (2000), os melhores avaliadores dos ambientes físicos escolares são seus usuários: professores, alunos, pais e voluntários. Neste trabalho, abordaram-se os dois primeiros. Serão aqui apresentados poemas dos desejos aplicados a alunos de primeiro a sétimo ano do ensino fundamental e entrevistas com suas professoras, ambos realizados durante a última semana de maio de 2015, um mês após mapa comportamental, como complemento deste (SANOFF, 2000; SOMMER; SOMMER, 2002; RHEINGANTZ, et al., 2009).

Figura 1 – Implantação da escola.



Fonte: Os autores

Essa escola compõe-se por vários edifícios, entremeados por espaços livres com vegetação abundante, sendo que as salas de aula ocupadas pelos participantes estão indicados na Figura 1 pelas letra B, C, D e E. Aqueles com formatos mais irregulares (C, E e F) são por eles considerados "Waldorf".

As entrevistas realizadas pessoal e individualmente no ambiente escolar, em horários variados, conforme a disponibilidade das professoras, visaram buscar as razões para os comportamentos observados, opiniões, preferências e desejos das próprias professoras sobre o ambiente vivenciado. Foram do tipo padronizada, com duração aproximada de vinte minutos, possibilitando combinação das respostas (SOMMER; SOMMER, 2002; RHEINGANTZ, et al., 2009; YIN, 2010).

O poema dos desejos foi aplicado aos alunos, para se conhecer suas opiniões e desejos (KOWALTOWSKI, 2011), em suas respectivas salas de aula, com a professora presente, sempre no período da manhã, em horários variados, conforme a disponibilidade de cada classe, com duração de trinta a quarente minutos. A sentença utilizada como ponto de partida para posterior livre expressão das crianças (RHEINGANTZ, et al., 2009) foi: "O que mais gosto em minha sala de aula é...". Deixou-se claro que não poderiam escolher as pessoas, afinal, o que se pretendia era obter suas opiniões e preferências sobre o ambiente físico. Ao término da atividade, foram questionadas individualmente sobre o que desenharam e a razão, para anotação. Isto é recomendado por esses autores, especialmente às crianças menores, para o caso de o desenho não ser facilmente compreendido longe delas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

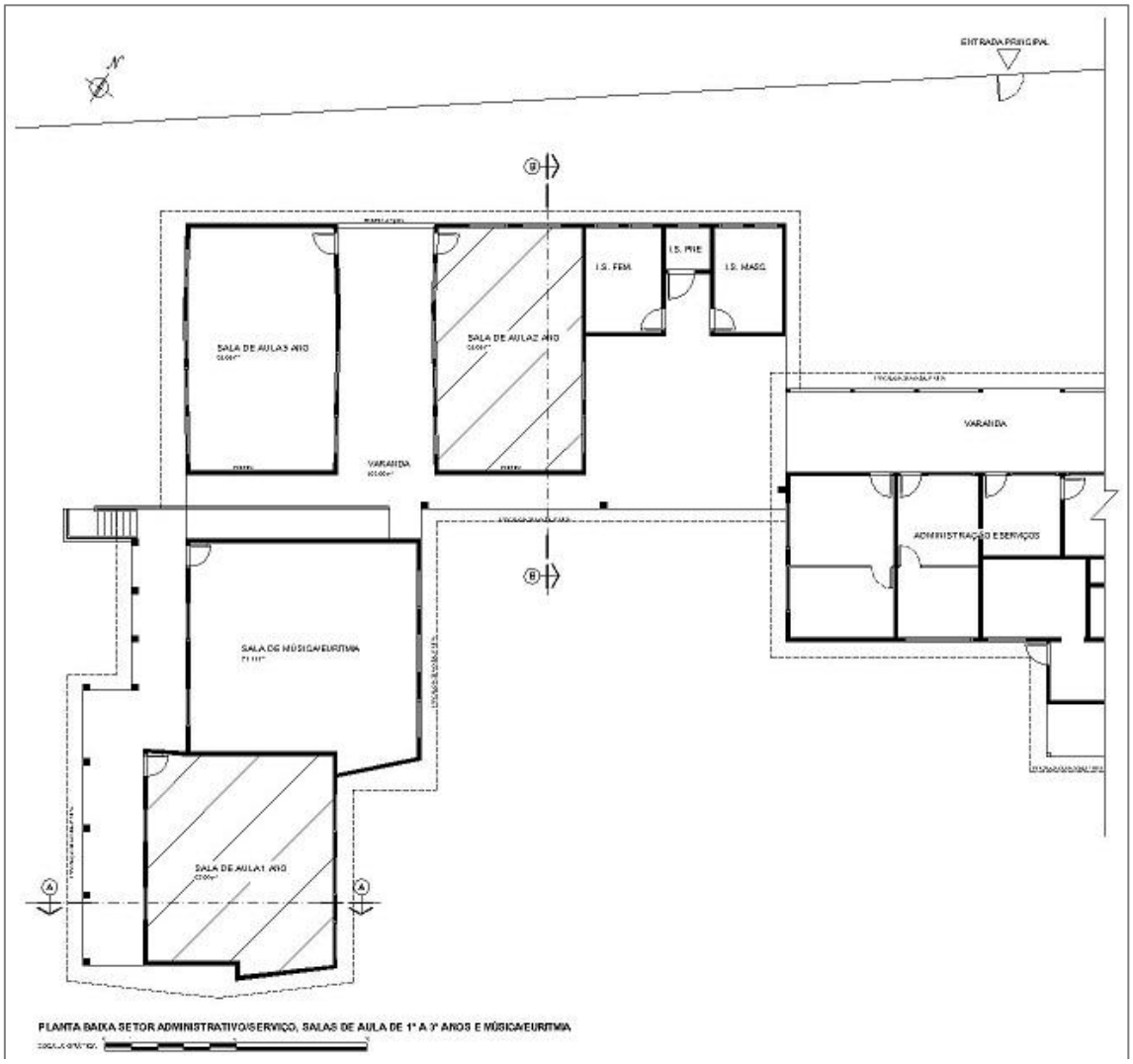
4.1 Entrevistas

Das sete professoras entrevistadas, cinco ocuparam salas "Waldorf" (primeiro, sexto e sétimo anos) e "não Waldorf" (segundo ao quinto anos), tendo, portanto, parâmetros para comparação destas linguagens arquitetônicas.

A sala preferida entre essas cinco professoras, é a atualmente utilizada pelo primeiro ano (Figuras 2 a 4), principalmente devido à sua dimensão, iluminação e localização. Entretanto, uma delas disse que evitaria ocupá-la, pois considera que suas dimensões amplas não conferem aconchego ao ambiente. Esta opinião pode ser reforçada pelo relato da professora do segundo ano (Figuras 2 a 4), cujos alunos dizem amar sua sala, porque é aconchegante. Isto pode se dever à afetividade das crianças em relação ao seu território, mas também, à falta de aconchego da sala do primeiro ano, ocupada por esta classe no ano anterior. A sala atual é mais baixa e estreita, de madeira, pintado em tom avermelhado, o teto, apesar de também inclinado, é mais baixo, portanto, todo o ambiente é menor, mais adequado à escala infantil, e com características que podem torná-lo mais aconchegante e acolhedor, trazendo maior bem-estar aos alunos.

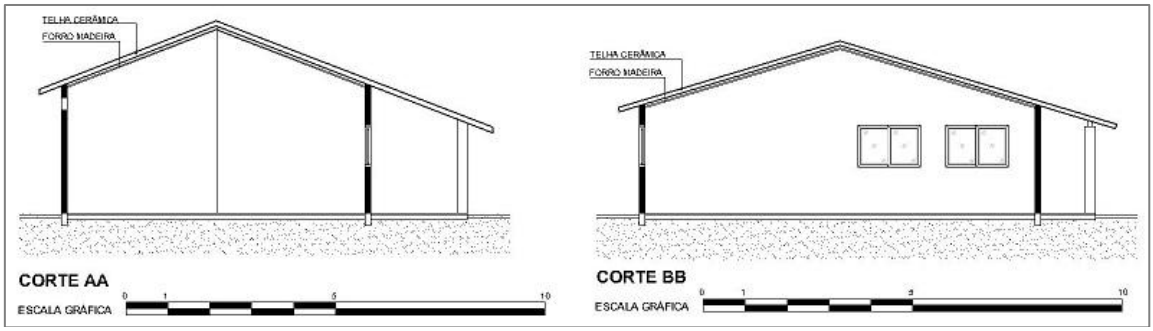
Entretanto, esta sala é a menos preferida pelas professoras, por ser pequena, mal ventilada, mal iluminada e com localização ruim. É a mais próxima da entrada da escola, dos sanitários e da ala administrativa, além de ser voltada para o estacionamento, tornando esse ambiente ruidoso, pelo conflito desses usos.

Figura 2 – Planta baixa parcial: salas de aula primeiro ano (ambiente hachurado superior) e segundo ano (ambiente hachurado inferior).



Fonte: Os autores

Figura 3 – Corte salas de aula primeiro e segundo anos, respectivamente.



Fonte: Os autores

Figura 4 – Salas de aula "Waldorf" (primeiro ano-esquerda) e "não Waldorf" (segundo ano-direita).




Fonte: Os autores

Questionadas sobre as características físicas que mais gostam e a sensação/ sentimento que causam, as ocupantes das salas "Waldorf" destacaram as janelas e teto não ortogonais, luminosidade, ventilação, visão para o exterior, ambientação tanto conferida pelo mobiliário, quanto pelos objetos, vegetação dentro da sala e cores. Já as ocupantes das "não Waldorf" ressaltaram a combinação do ambiente externo com vegetação abundante e a ambientação interna, incluindo a cor do ambiente, vasos, móveis e elementos decorativos, entre os quais trabalhos dos alunos, que trariam um senso de estética e valorização do trabalho de cada um. Entre todas as entrevistadas, surgiram palavras como aconchego, conforto, agradável e bem-estar para descrever a sensação/sentimento causados, destacando-se aqui a vegetação, escolhida pela maioria.

Quanto aos comportamentos anteriormente observados, prevaleceram aqueles que favorecem o desenvolvimento das atividades pedagógicas e das próprias crianças. As professoras os atribuíram aos hábitos criados desde os primeiros anos escolares, à própria pedagogia, à autoridade do professor e sua proximidade com seus alunos. Entretanto, afirmaram o ambiente físico fazer parte desse conjunto que favorece a aprendizagem, tanto por sua estrutura física e pelos elementos adicionados pelas professoras (customização), quanto pela natureza do entorno. Isso faz, segundo elas, com que os alunos estejam confortáveis, tranquilos e, consequentemente, mais dispostos para aprender.

As crianças pareceram se sentir à vontade para se movimentarem e circularem pela sala, atendendo às suas necessidades, o que todas as professoras atribuíram à liberdade que lhes dão, por ser o movimento uma necessidade infantil. Portanto, a dinâmica dessa pedagogia atenderia a essa necessidade, assim como o próprio ambiente físico contribui para esse comportamento, quando oferece espaço suficiente para se movimentarem, pias e bebedouros dentro da sala de aula, materiais ao alcance das crianças nos armários, possibilitando que exercitem sua autonomia.

Para as educadoras, as janelas frequentemente fechadas por cortinas durante as atividades que exigem maior concentração, possuem as funções de iluminação, ventilação, de relação com o exterior e conexão com a natureza. Portanto, há que se refletir sobre soluções arquitetônicas que garantam iluminação e ventilação naturais, sempre controláveis pelos usuários, ao mesmo tempo em que haja possibilidade de fechamento visual para o ambiente externo sempre que desejável, de modo que a solução não seja sempre vinculada ao uso de cortinas, que, aliás, por vezes atrapalha os alunos, algo observado durante o mapa comportamental.

De maneira geral, exceto a sala do segundo ano, mais escura e ruidosa, as demais pareceram satisfazer às necessidades pedagógicas às quais se destinam, principalmente as "Waldorf", particularmente devido às suas dimensões maiores. Identificaram-se como características importantes para esses usuários: contato com a natureza e visão para o exterior; integração das edificações com a natureza; iluminação e ventilação naturais; conforto térmico; ambientação interna, em que se incluem mobiliário, objetos, pias e bebedouros, trabalhos estudantis, vasos de planta e cores; localização; dimensionamento suficientemente confortável para movimentação e adequado à escala infantil, para aconchego dos alunos e exercício da autonomia; possibilidade de apropriação pelos usuários. Os formatos e formas ambientais foram pouco citados, entretanto, essa arquitetura de alguma maneira parece chamar a atenção dos usuários.

4.2 Poema dos desejos

Por este método, visava-se obter as opiniões e preferências ambientais das crianças do ensino fundamental sobre suas salas de aula, principal ambiente de aprendizado vivenciado diariamente na escola, coletando informações sobre o que nestas mais lhes agrada. A partir do quarto ano, houve alunos que optaram por apenas escrever, porém, até o sétimo ano, houve aqueles que preferiram expressar-se por desenhos, em conjunto com explicações escritas das razões de suas escolhas.

Figura 5 – Desenho destacando a própria carteira.



Fonte: Os autores

Diversas crianças expressaram gostar de vários elementos ao mesmo tempo. A lousa foi o elemento mais escolhido (52 alunos), algo fortemente relacionado à professora e ao método pedagógico. A própria carteira (Figura 5), onde guardam seus pertences foi o terceiro elemento mais escolhido pelas crianças. Isso possivelmente se deve à atmosfera caseira que promove, por permitir que mantenham seus materiais ali guardados, sem necessidade de levá-los diariamente para casa, marcando seu lugar na classe, conferindo-lhe um senso de pertencimento e territorialidade.

Também bastante escolhidos, pia e bebedouro permitem que os alunos atendam às suas necessidades sem precisar de permissão do professor, sendo-lhes uma comodidade e possibilidade de exercício da autonomia, além de suporte às várias atividades que ocorrem nas salas de aula, tornando-as multifuncionais.

Algumas crianças escolheram a sala inteira que, pelas respostas dadas, também apontam para o senso de pertencimento e territorialidade, além da estética agradável. Outros escolheram partes específicas vinculadas às atividades pedagógicas preferidas, algo que, segundo especialistas, o ambiente físico deve favorecer, pois o torna mais atrente, preferido e promove o aprendizado.

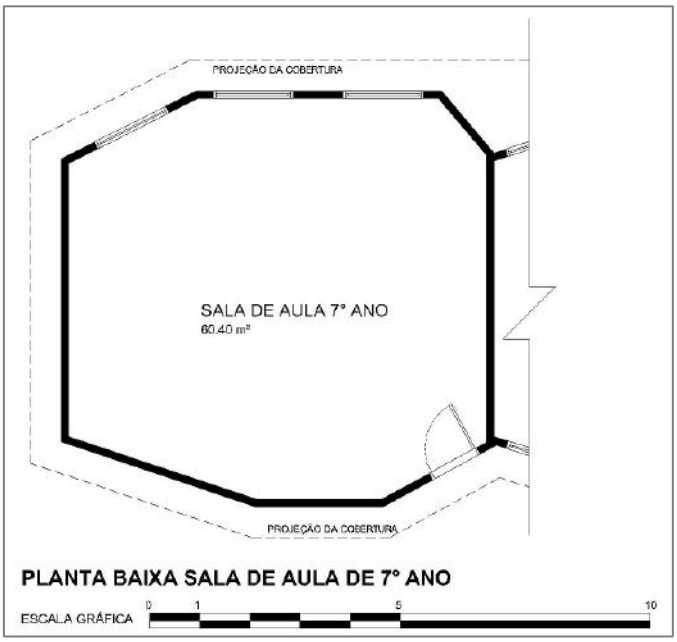
Um fato que chamou a atenção foi que, como se advertiu que não poderiam desenhar pessoas, várias crianças, em especial até o quinto ano, desenharam elementos que remetem à professora, forte referencial para elas, como sua mesa, desenhos de lousa e cartazes por ela confeccionados. Além disso, muitos elementos decorativos como quadros, cortinas, enfeites diversos e os variados materiais pedagógicos e artísticos, incluindo instrumentos musicais presentes, também foram bastante escolhidos. Constatou-se que predominou a preferência pelos elementos da ambientação, especialmente objetos confeccionados pela própria comunidade escolar (alunos, professores e pais), valorizando-a e elevando o sentimento de orgulho e satisfação com a escola, indicando que, de fato, esta deve caber aos usuários, como defendido por especialistas. Particularmente os professores apropriam-se de suas salas e preparam-nas com cuidado para seus alunos, que parecem reconhecer este esforço, sentindo-se confortáveis nesse seu território. Isso, juntamente com elementos de conexão com a natureza, como vasos de plantas, segundo os alunos, ameniza a atmosfera institucional da escola, já que auxiliam a compor um ambiente caseiro, contribuindo para seu bem-estar.

Comparando as respostas, a quantidade de ocupantes das salas "Waldorf" que expressaram gostar de sua arquitetura foi quase o tripo daqueles das salas "não Waldorf" (34,6% e 13,2% respectivamente). Porém, ainda assim, houve predominância da escolha por elementos utilizados para ambientação (82,5% e 61,5% respectivamente).

Entretanto, notou-se que a mudança das salas "não Waldorf" (do segundo ao quinto anos), praticamente iguais umas às outras (Figura 2 – salas dos segundo e terceiro anos em cima), para as salas "Waldorf" do sexto e sétimo

anos, causam surpresa e até mesmo motivação e sensação de acolhimento aos alunos, conforme relatos. Ambas possuem o mesmo formato poligonal em planta baixa (Figura 6), mas a primeira possui mais janelas, laje plana, e a segunda, forro inclinado e tesouras aparentes (Figura 7). A posição da porta é também diferente.

Figura 6 – Planta baixa sala de aula sétimo ano



Fonte: Os autores

Figura 7 – Salas de aula do sexto (esquerda) e sétimo anos (direita).



Fonte: Os autores

Possivelmente reforçando o que foi levantado nas entrevistas, sobre a adequação da dimensão do ambiente à escala infantil, os alunos do sétimo ano disseram gostar do teto alto. Alunos de ambas as salas relataram gostar também do formato poligonal das janelas, particularmente por ser diferente das outras escolas, demonstrando ser este um elemento de identidade dessa escola, trazendo-lhes senso de territorialidade, relacionado à satisfação. As janelas também foram relacionadas à boa iluminação, ventilação, assim

como visão para o exterior/natureza, por trazer descanso mental e bom-ânimo.

Assim como para as professoras entrevistadas, os alunos parecem preferir a ambientação interna, conexão com a natureza, ventilação e iluminação naturais.

5 CONCLUSÕES

Pelos resultados obtidos, a possibilidade dos usuários apropriarem-se dos ambientes, permitindo-lhes imprimir sua personalidade, sentimentos, ideologias e preferências, gera senso de pertencimento e territorialidade, auxiliando na satisfação com o ambiente físico.

Os formatos aplicados aos planos das salas de aula chamam sua atenção. Portanto, pode-se afirmar que ambientes inovadores são atraentes pela curiosidade e surpresa que geram, desde que adequados às funções e ao contexto pedagógico, cultural e comportamental. Essa característica parece ainda ser um elemento de identidade das escolas Waldorf, sendo desejável nessas instituições, por ser outro elemento que confere senso de pertencimento, territorialidade e mesmo orgulho em relação à escola.

Entretanto, não é possível afirmar que a variação formal progressiva desses ambientes, amplamente defendida por essa pedagogia, tenha efeitos sobre o processo de ensino-aprendizagem e de desenvolvimento infantil, pois não ocorre exatamente da maneira como é recomendada na escola objeto deste estudo de caso. Além disso, seria necessário realizar uma pesquisa, preferencialmente interdisciplinar, acompanhando no mínimo duas classes ao longo de todo o ensino fundamental, uma utilizando somente ambientes tradicionais, padronizados, a outra, ambientes com variação formal, mantendo fixa a variável método pedagógico, para possibilitar esse tipo de investigação.

Na escola Waldorf é de suma importância a conexão com a natureza, tanto pelo contato direto em ambientes externos, como pela visão a partir dos internos. A vegetação abundante e variada em porte e cores proporciona bem-estar físico e emocional e ainda contribui para a obtenção de uma estética agradável interna e externamente. Também o uso de materiais naturais relaciona-se ao contato com a natureza e à estética, que juntamente com a atmosfera caseira e o respeito à escala infantil, são quatro elementos sabidamente responsáveis pela humanização dos ambientes escolares.

Ademais, as artes são de extrema importância nessa pedagogia, estando presente desde a própria arquitetura, até o suporte fornecido aos usuários à exposição de seus trabalhos, decorando a escola. Isto novamente contribui com a aparência estética dos ambientes, e ainda valoriza a comunidade escolar. Os usuários expressaram agrado em relação a todos esses atributos, assim como bem-estar nesses ambientes Waldorf.

Portanto, parece ser também um elemento de identidade dessas escolas a maneira global como sua arquitetura é pensada para responder às necessidades humanas, funcionais, práticas, pedagógicas, ideológicas e culturais dessa comunidade, estando todos os seus atributos interconectados de alguma maneira entre si e com a própria pedagogia, criando ambientes propícios às atividades de ensino-aprendizagem.

AGRADECIMENTOS

À CAPES e Fundação Araucária, pelo apoio financeiro. À psicóloga Suzana Baptista, pelo auxílio nas análises, a Natan Baptista, pelo auxílio em campo.

REFERÊNCIAS

ADAMS, David. **Organic Functionalism:** An Important Principle of the Visual Arts in Waldorf School Crafts and Architecture. The Research Institute for Waldorf Education Research Bulletin. Vol. X, n. 1, p. 23-38. Jan. 2005. Disponível em: http://www.waldorfrresearcharchinstitute.org/pdf/BACraftsArchtRev.pdf. Acessado em: 17 de setembro de 2014.

ALVARES, Sandra Leonora. **Traduzindo em formas a pedagogia Waldorf.** Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo – Unicamp, Campinas, SP, 2010.

DESIGN, I. O. C.; FURNITURE, V. S.; DESIGN, B. M. **The Third Teacher:** 79 Ways you can use design to transform Teacher & Learning. 1st ed., Abrams, 2010

DUDLA, H. **Klassenraumgestaltung und schulpädagogisches Konzept:** Eine vergleichende empirische Studie. GRIN Verlag, 2011.

DURÁN-NARUCKI, Valkiria. **Shool building condition, school attendance, and academic achievement in New York City public schools:** A mediation model. Journal of Environmental Psychology 28, 2008, p. 278–286

EDWARDS, Carolyn Pope. **Three approaches from Europe: Waldorf, Montessori, and Reggio Emilia.** Early Childhood Research & Practice**.** Vol. 4 (1), 2002.

EVANS, Gary W. **Child Development and Physical Environment**. Annual Review of Psychology, 2006, V.57, pp.423-451.

FERGUSSON, Kim T.; CASSELS, Rochelle C.; MacALISTER, Jack W.; EVANS, Gary W. **The physical environment and child development:** An international review. International Journal of Psychology, 2013, V.48, N. 4, pp.437-468.

HASSAN, Aisha Melodie. **A New Architecture for a New School:** Waldorf Education in Turkey. Disponível em: http://www.egitimsanatidostlari.org/wp-content/uploads/A_New_Architecture_for_A_New_School_Waldorf_Ayse-Melodi_Hassan_final.pdf. Acessado em 11 out. 2015.

HERTZBERGER, Herman. **Lições de Arquitetura.** Herman Hertzberger; [tradução Carlos Eduardo Lima Machado]. 2ª ed. – São Paulo: Martins Fontes, 1999.

KOWALTOWSKI, Doris C. C. K. **Humanization in Architecture:** Analysis of Themes through High School Building Problems. University of California, 1980.

____. **Arquitetura e Humanização:** Projeto. Projeto, v. 126, n. outubro, p.129-132, 1989. Disponível em: http://www.dkowaltowski.net/675.pdf. Acessado em: 31/07/2015.

_____. **Arquitetura escolar:** o projeto do ambiente de ensino. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

KRAFTL, Peter; ADEY, Peter. **Architecture/ Affect/ Inhabitation:** Geographies of Being-In Buildings. Annual of the Association Geographers, 98 (1), 2008, pp; 213-231.

LANZ, Rudolf. **A Pedagogia Waldorf:** caminho para um ensino mais humano. 9ª Ed. – 2005. São Paulo: Antroposófica, 1998.

MÖSCH, Michael E. **Arquitetura Antroposófica: as artes plásticas e o desenvolvimento da alma humana.** Sociedade Antroposófica Brasileira, 2009. Disponível em: http://www.sab.org.br/arquit./index.htm. Acessado em: 2 de maio de 2013.

_____. **O processo projetivo na arquitetura:** o ensino do projeto de escolas perceber e idear processo de formação de imagem. (Tese de Doutorado) Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo. Campinas, SP: [s.n.], 2009

NAIR, P.; FIELDING, R.; LACKNEY, J. A. **The Language of School Design. Design Patterns for the 21st Century School.** 3ª ed. E.U.A.: DesignShare.com, 2013.

RHEINGANTZ, Paulo Afonso, et al. **Observando a qualidade do lugar:** procedimentos para a avaliação pós-ocupação. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

SANOFF, Henry. **Community participation methods in design and planning**. United States of America: John Wiley& Sons, Inc., 2000.

SCHALZ, Simone. The Historical Development of School Buildings in Germany. In: WALDEN, R. (ED.). **Schools for the Future:** Design Proposals from Architectural Psychology. 2015 edition e.d. [s.l.] Springer, 2015.

SOMMER, Robert; SOMMER, Barbara. **A Practical Guide to Behavioral Research:** Tools and Techniques. 5th ed. New York: Oxford University Press, 2002.

TANNER, C. Kenneth. **Effects of School Design on Student Outcomes**. Journal of Educational Administration, 2009, vol.: 47, Issue 3, p.: 381-399.

TAYLOR, A. P.; ENGGASS, K. **Linking architecture and education:** sustainable design for learning environments. Albuquerque: University of New Mexico Press, 2009.

WALDEN, R. (ED.). **Schools for the Future:** Design Proposals from Architectural Psychology. 2015 edition e.d. [s.l.] Springer, 2015.

WONG, Gail Lynn. **A Move Towards Wholeness:** The interpretation of the Philosophy of Rudolf Steiner Through the Design of a Waldorf School. Tese (Master of Architecture). University of Washington, 1987.

YIN, Robert K. **Estudo de caso:** planejamento e métodos. Robert K. Yin; tradução Ana Thorell; revisão técnica Cláudio Damacena. 4.ed. – Porto Alegre: Bookman, 2010.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

ANÁLISE DE PÓS-OCUPAÇÃO DE ÁREAS DE CONVÍVIO EM AMBIENTES UNIVERSITÁRIOS[1]

SILVEIRA, Ana Lúcia Ribeiro Camillo da (1); COSTA, Isadora Martins (2); CARVALHO, Rômulo Marques (3)

(1) UFPI, e-mail: c_silveira@uol.com.br; (2) UFPI, isadoramartinscosta@hotmail.com; (3) UFPI, e-mail: mr.romulomarques@gmail.com

RESUMO

A qualidade dos ambientes de permanência influencia diretamente nos usos que serão adotados. Isso explica o porquê de ambientes ao longo do tempo precisarem de modificações e outros serem abandonados. A avaliação pós-ocupação pode trazer benefícios, tanto para o estudo de caso quanto para futuros projetos, tais como: identificar problemas e soluções, atender a demandas dos usuários e melhorar a longo prazo o desempenho do edifício. O objetivo do trabalho foi analisar, avaliar e comparar o uso e a tipologia adotados nas áreas de convivência abertas e fechadas em dois edifícios da Universidade Federal do Piauí (UFPI). A metodologia escolhida foi a de avaliação pós-ocupação com enfoque nas características funcionais, de conforto ambiental, de acessibilidade e comportamentais, com uso de técnicas de levantamento físico, entrevistas, questionários e observação. Os resultados mostraram que as soluções arquitetônicas adotadas nos dois edifícios têm influência decisiva nos usos das áreas de convivência cobertas e também dos pátios descobertos. Este trabalho pretende contribuir para melhorar a utilização das áreas de convivência dos prédios, propondo a solução para alguns dos problemas detectados bem como servir de insumo para projetos semelhantes.

Palavras-chave: Avaliação pós-ocupação. Edifícios universitários. Áreas de convívio.

ABSTRACT

The quality of permanence environments directly influences the uses that will be adopted. This explains why over time environments need modifications and others are abandoned. The post-occupancy evaluation can bring benefits both to the case study as to future projects such as: identify problems and solutions, meet the demands of users and improve the long-term building performance. The objective of this study was to analyze, evaluate and compare the use and typology adopted the open and closed living areas in two buildings of the Federal University of Piauí (UFPI). The chosen methodology was the post-occupancy evaluation with a focus on functional characteristics, environmental comfort, accessibility and behavior, using physical survey techniques, interviews, questionnaires and observation. The results showed that the architectural solutions adopted in the two buildings have a decisive influence on the use of covered living areas and also from open courtyards. This work aims to contribute to improving the use of living areas of the buildings, proposing a solution to some of the problems and serve as input for similar projects.

***Keywords**: Post-occupancy evaluation. University buildings. Living Areas.*

[1]SILVEIRA, Ana Lúcia Ribeiro Camillo da; COSTA, Isadora Martins; CARVALHO, Rômulo Marques. Análise pós-ocupação de áreas de convívio em ambientes universitários. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

A qualidade dos espaços construídos permite que as atividades originalmente programadas possam desenvolver-se da melhor forma possível e atendendo às necessidades dos usuários. A avaliação pós-ocupação destes espaços pode ser realizada por técnicos ou pelos próprios usuários, apontando os aspectos do edifício mais adequados e as deficiências em relação aos usos.

Este trabalho tem como objetivo avaliar as áreas de convivência abertas e cobertas em dois edifícios da Universidade Federal do Piauí, o CCHL e o CT, sob o ponto de vista dos usuários e com ênfase no conforto ambiental e na funcionalidade dos espaços. A pesquisa procurou relacionar também os resultados alcançados decorrentes das concepções arquitetônicas distintas adotadas nos dois edifícios.

A metodologia adotada foi a Avaliação Pós-Ocupação indicativa seguindo os critérios apresentados por Ornstein (1992) e Kolwaltowski et al (2013), para as variáveis funcional, comportamental e de conforto ambiental. Entre as técnicas utilizadas destacam-se a aplicação de questionários com os usuários dos espaços e visitas aos locais para análise "walkthrough". Realizaram-se registros em forma de anotações, complementados por fotografias bem como observações do desempenho físico no que se refere às alterações construtivas introduzidas e de usos não programados. Em relação aos níveis de conforto ambiental, mesurou-se a iluminação, temperatura e umidade relativa.

Entre os anos de 1965 e 1977, de acordo com Montaner (2014), estabelece-se a condição pós-moderna. Este período decorre das inúmeras revisões conceituais do Movimento Moderno, a partir da colaboração de diferentes grupos e intelectuais da arquitetura. Dentre os diversos manifestos de reavaliação das posturas projetuais defendidas pela primeira geração dos arquitetos modernos, destacam-se as contribuições do grupo Team 10, no final da década de 1950, que ansiavam com a continuação da nova tradição moderna, com a introdução de notórias mudanças. (MONTANER, 2014, p. 30).

A partir do Team 10, dois caminhos expressaram-se como alternativas à continuidade alienada da ortodoxia predominante do início do século: o estruturalismo, defendido por Jacob Bakema, Georges Candilis e Aldo van Eyck e o novo brutalismo, protagonizado pelo casal Alison e Peter Smithson. Aldo van Eyck, arquiteto da terceira geração do Movimento Moderno, busca, de acordo com Barone (2002, p. 110), "uma redefinição da relação entre o homem e o espaço construído", estruturada a partir das investigações do campo da antropologia, principalmente sobre as reflexões acerca do conceito de relativismo cultural, explorado no início do século XX pelo antropólogo Franz Boas. Van Eyck alicerça sua teoria projetual sob dois conceitos: a clareza labiríntica e os fenômenos gêmeos. Sobre este último, Barone (2002, p. 113), reporta que se trata de pares opostos que qualificam o espaço, como alto/baixo, claro/escuro, dentro/fora, aberto/fechado, etc.

Ao passo que clareza labiríntica está relacionada com a ordem ou o caos, com toda a dimensão e aspectos da cidade, não somente a um edifício.

O projeto da Universidade Livre de Berlim, 1963, de autoria de Candilis, Josic, Woods e Schiedhelm, trata-se de um exemplo de mat-building. De acordo com Fabrizi (2015), o projeto teve como propósito transformar o campus em uma cidade profundamente interconectada com ruas internas, praças, pátios e múltiplas passarelas. Enfatiza-se a importância dos pátios à obra, uma vez que os mesmos atuam como elementos estruturadores do espaço.

Sob influência da obra de van Eyck e Candilis, a concepção do CCHL parte igualmente de uma malha geométrica, onde fica evidente a definição de uma matriz, neste caso retangular, que deu origem a todos os ambientes do edifício. Trata-se de um volume predominantemente horizontal e denso. Assim como no campus da Universidade Livre de Berlim, os pátios são os elementos estruturadores de todo o conjunto. No entanto, a proposta executada apresenta falhas quanto ao conceito de transição. Não há equilíbrio entre os fenômenos universais idênticos. A relação entre claro e escuro é agressiva. Além disso, há sensação de enclausuramento decorrente da hegemonia do cheio sobre o vazio.

Já o projeto do Centro de Tecnologia (CT), datado de 1989, parece ligar-se ao outro caminho aberto pelo Team 10. Quanto aos critérios de partido adotados, destaca-se o clima como um dos principais condicionantes, já que o mesmo atuou desde a implantação do conjunto, composto originalmente por nove blocos, às soluções projetuais empregadas para minimizar o desconforto ambiental no edifício.

Diferentemente da configuração labiríntica do CCHL, que nega a hierarquização do espaço, o CT apresenta um eixo ordenador que capta o fluxo principal de circulação e distribui para os ambientes secundários. Este fato é resultado da solução empregada: os blocos, compostos por dois pavimentos, que abrigam salas de aula, laboratórios, departamentos, coordenações, auditórios, diretoria, etc., estão ligados a uma passarela, também em dois níveis, coberta por abóbadas em cerâmica armada, disposta no eixo norte/sul.

2 A UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ E OS EDIFÍCIOS ANALISADOS

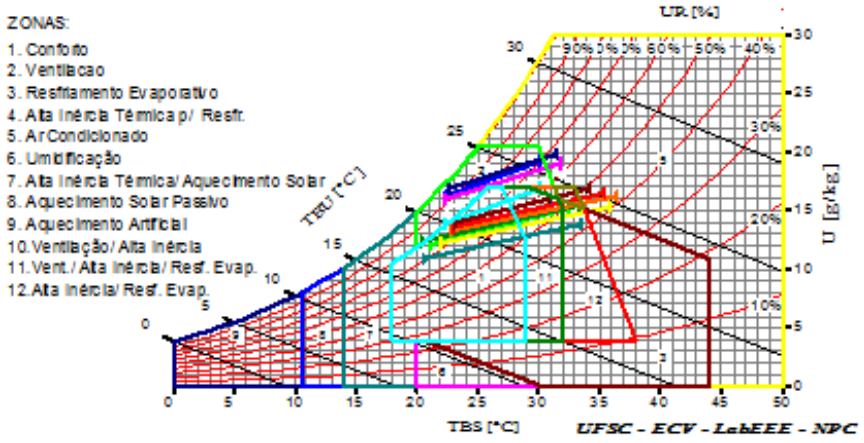
A Universidade Federal do Piauí foi implantada no início da década de 1970, no Campus Ininga situado na zona leste da cidade de Teresina – PI. O Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL) foi um dos primeiros centros a serem construídos com projeto arquitetônico elaborado pela equipe da Divisão de Projetos da UFPI. O Centro de Tecnologia (CT) teve seu projeto desenvolvido em 1989 e sua primeira etapa foi inaugurada em 1995.

Teresina fica situada na região noroeste do estado do Piauí. Possui área territorial estimada pelo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) equivalente a 1.391,981 km². Está a uma altitude média de 74,4 m acima do nível do mar e tem coordenadas geográficas 05º 05'' de latitude Sul e 42º

48'' de longitude Oeste. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, o município de Teresina está inserido em uma região de tipo climático Aw', quente e sub-úmido, com chuvas de verão/outono sob influência dos deslocamentos sazonais da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). O período chuvoso ocorre entre os meses de janeiro a maio, com temperaturas mensais reduzidas, ao passo que o mais seco ocorre nos meses de agosto, setembro e outubro, quando há uma queda significativa da umidade relativa do ar, temperaturas máximas mais elevadas e aumento das horas de insolação.

De acordo com a carta bioclimática de Teresina (Figura 1) as estratégias de projeto recomentadas para a região são a ventilação natural, o resfriamento evaporativo, a inércia térmica e o uso do ar-condicionado. Para os meses quentes e úmidos a ventilação natural é a principal estratégia, por melhorar a sensação de conforto devido aos altos valores da umidade relativa do ar. No período com temperaturas mais elevadas e baixa umidade relativa do ar, o resfriamento evaporativo e a inercia térmica também são recomendadas. Para os espaços abertos, como os pátios e espaços de convivência, além da ventilação e do resfriamento evaporativo, é recomendado o sombreamento, com o uso de vegetação alta ou outros elementos de proteção contra a radiação solar.

Figura 1 – Carta bioclimática da cidade de Teresina, PI



Fonte: AnalysisBio v. 2.2. UFSC, ECV, LabEEE (2010)

2.1 Os edifícios da UFPI analisados

Neste trabalho foram analisadas as áreas de convivência de dois edifícios da UFPI: o Centro de Ciências Humanas e Letras (CCHL) e o Centro de Tecnologia (CT).

O projeto do CCHL, datado de 1977, teve como critérios de partido arquitetônico, os condicionantes naturais, econômicos e de programa. De acordo com CCHL (1977), a relação com o clima, a topografia, as características geométricas do terreno e com a vegetação existente foram critérios levantados quando da elaboração do partido arquitetônico. A solução do programa de necessidades priorizou o agrupamento de

atividades afins, a intensificação e flexibilização de uso dos espaços físicos, a extensibilidade e a inserção de espaços livres distribuídos através de uma circulação contínua.

Os pátios (Figura 2) são os elementos estruturadores de todo o conjunto. As circulações não instigam a convivência, foram tratadas apenas como elementos de ligação entre um bloco e outro. As praças cobertas são apenas grandes halls, não convidativas à permanência. Nos pátios, os mobiliários existentes são desconfortáveis, porém, ainda conseguem atrair usuários em potencial. Excetuando intervenções contemporâneas, estes ambientes não possuem elementos arquitetônicos distintivos, o que causa desorientação. O projeto, de fato, apresenta configuração labiríntica, todavia, não há clareza na percepção do todo. Cada bloco constitui-se como parte componente e não como elemento estruturante, resultando em um todo formado apenas pela soma de suas partes. Por fim, as entradas do edifício são limitadas, negando assim o direito de escolha ao usuário, obrigando-lhe a desenvolver um trajeto previamente definido.

Figura 2 – Centro de Ciências Humanas e Letras – (A) Pátio aberto (B) Pátio coberto



Fonte: Os autores (2016)

Diferentemente da configuração labiríntica do CCHL, que nega a hierarquização do espaço, o Centro de Tecnologia (CT), datado de 1989, apresenta um eixo ordenador que capta o fluxo principal de circulação e distribui para os ambientes secundários.

As áreas de convivência foram locadas entre os blocos, em forma de praças abertas, e sob a cobertura abobadada (Figura 3). A passarela de ligação dos edifícios é delgada e retilínea, dilatando-se em dois pontos de sua extensão, onde se formam então praças cobertas. O conjunto arquitetônico não recebeu, posteriormente, um projeto paisagístico (CARVALHO; MELO, 2015).

A praça aberta, possui apenas bancos de concreto, sem encosto, o que causa desconforto se utilizados por longo período. As árvores existentes não são suficientes para criar áreas contínuas sombreadas, limitando o uso deste espaço a algumas horas do dia. Além disso, por ser alta e livre de fechamentos, no térreo, a passarela passa grande parte do tempo exposta

à radiação solar, havendo proteção mais efetiva apenas nas áreas nas quais a mesma se dilata, nas praças cobertas. No pavimento superior, as condições de conforto ambiental são mais agradáveis, porém, em função da falta de mobiliário, este espaço encontra-se subutilizado, atuando apenas como zona de circulação pelos usuários.

Figura 3 – Centro de Tecnologia – (A) Pátio coberto (B) Pátio descoberto



Fonte: Os autores (2016)

3 METODOLOGIA

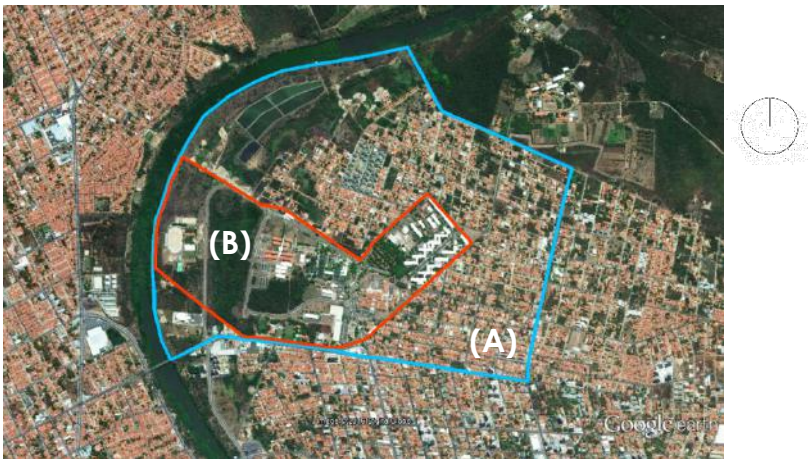
A avaliação pós-ocupação apresenta uma metodologia para análise dos espaços construídos e a elaboração de diagnóstico a partir de "insumos advindos das avaliações dos técnicos e dos usuários", quando as informações obtidas são comparadas e permitem que se estabeleçam recomendações para o edifício analisado e para futuros projetos semelhantes (ROMERO, M. A. 2015, p.569).

Nesta pesquisa foi realizada uma análise pós-ocupação do tipo indicativa, elaborada a partir de visitações para conhecimento do local de estudo. Durante estas visitações, foram aplicados questionários com os usuários, por meio dos quais se buscou obter a opinião destes a respeito da funcionalidade do edifício, através de perguntas relacionadas às dimensões e disposições dos ambientes, ao conforto térmico e à acessibilidade. Em seguida, com o auxílio de equipamentos adequados, aferiu-se o nível de iluminância, da temperatura e da umidade relativa das áreas de convivência. Além disso, foi utilizada a técnica de análise "walkthrough", baseada na observação das características do ambiente construído.

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

O Campus Ininga da UFPI localiza-se na zona leste de Teresina (Figura 4), numa zona residencial e ocupa cerca de 360 hectares. Os seus diversos edifícios foram sendo implantados a partir da década de 1970, de acordo com o plano geral de ocupação do campus.

Figura 4 – Locação da UFPI. (A) Bairro Ininga. (B) Campus da UFPI.



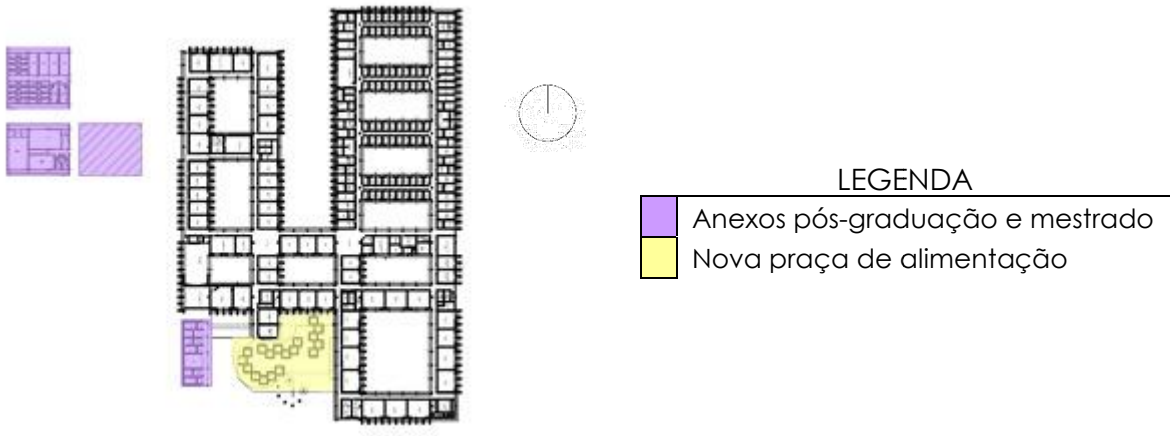
Fonte: Google Earth (2016)

4.1 Análise walkthrough

Esse método de avaliação consiste em uma caminhada pelo ambiente, com acompanhamento de usuários, para auxílio das percepções espaciais durante o percurso, objetivando-se conseguir informações subjetivas e perceptivas com julgamento de acordo com Kolwaltowski et al (2013). Foram realizadas visitas em ambos os edifícios durante o mês de janeiro de 2016.

O edifício do CCHL foi desenvolvido a partir de uma malha retangular que poderia ser ampliada infinitamente, com os diversos ambientes organizados em torno dos pátios abertos. Os eixos maiores das circulações tem orientação norte/sul e os ambientes fechados voltados para leste/oeste. Os pátios abertos comparecem como solução para iluminação e ventilação dos espaços fechados. (Figura 5)

Figura 5 – Planta baixa CCHL



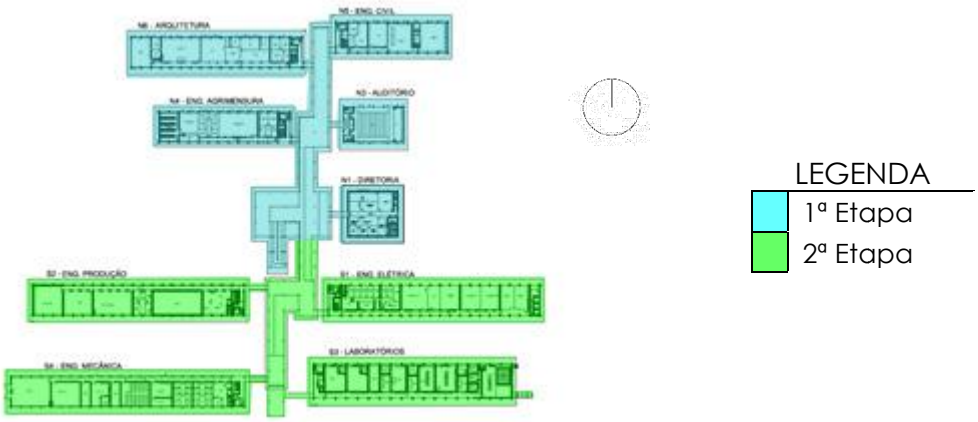
Fonte: Divisão de projetos PREUNI UFPI (2015), adaptado pelos autores (2016)

Na medida em que outros cursos foram sendo implantados no CCHL, tornou-se necessária a ampliação do centro. Inicialmente a "malha infinita" foi

utilizada para a construção de novas salas de aula e salas de professores. Mas depois foram acrescentados uma nova praça de alimentação e anexos para o desenvolvimento da pós-graduação que interferiram no partido arquitetônico proposto originalmente, além de utilizarem outra linguagem arquitetônica.

O CT foi implantado de maneira que os blocos são alongados no eixo leste/oeste e as fachadas maiores orientadas para norte/sul. O afastamento entre os prédios cria pátios abertos que possibilitam a iluminação e ventilação de todas as áreas e blocos. (Figura 6)

Figura 6 – Planta baixa CT



Fonte: Divisão de projetos PREUNI UFPI (2015), adaptado pelos autores (2016)

Verificou-se que, apesar de ser um edifício térreo, com poucos desníveis, as rampas de acesso no CCHL estão irregulares, prejudicando a acessibilidade. Além disso, alguns pontos da circulação externa estão cobertos de lodo e folhas de árvores podendo causar deslizamentos pelos usuários. O edifício do CT também possui a acessibilidade comprometida, tanto pela degradação do piso como pela inclinação incorreta das rampas de acesso e falta de sanitários acessíveis. O projeto do CCHL e do CT são anteriores à NBR9050 e foram feitas poucas adequações para tornar os edifícios adaptados e acessíveis a todos.

Em ambos os edifícios, os espaços para xerox, lanchonetes e venda de livros não constavam em seus respectivos projetos originais e foram autorizadas soluções informais como trailers e quiosques, provocando alterações na paisagem interna, e comprometendo os usos previstos dos pátios (Figuras 9, 10, 11 e 12).

Figura 9 – Xerox no CCHL



Fonte: Os autores (2016)

Figura 10 – Xerox no CT



Fonte: Os autores (2016)

Figura 11 –Praça de alimentação no CCHL



Fonte: Os autores (2016)

Figura 12 – Praça de alimentação no CT



Fonte: Os autores (2016)

4.2 Resultado das entrevistas com os usuários

Foram realizadas entrevistas com os usuários dos dois edifícios utilizando-se questões para avaliar a sensação de conforto nos edifícios, ventilação, arborização, iluminação, além de perguntas de caráter funcional, relacionadas ao dimensionamento dos espaços e à sinalização interna. A pesquisa foi realizada de acordo com a Tabela de Amostras Casuais Simples, um procedimento estatístico apresentado por Ornstein (1992, p.80), considerando um nível de confiança de 95,5% das informações obtidas e uma margem de erro aceitável de 10%.

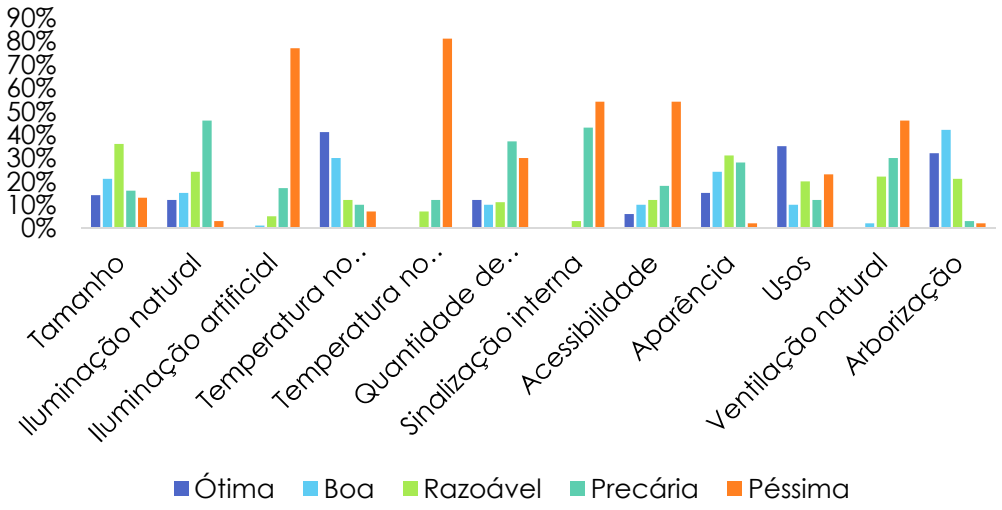
A população total do CCHL está distribuída entre 4300 alunos e 320 professores e funcionários. Para estes valores foram aplicados 98 e 78 questionários, respectivamente, com base na tabela. Os Gráficos 1 e 2 demonstram essas opiniões em forma de gráfico.

Mais de 70% dos entrevistados classificaram como péssimas as temperaturas do segundo semestre do ano, decorrente das altas temperaturas que realmente ocorrem neste período e a ausência do uso de estratégias como a refrigeração evaporativa recomendada para a região. A iluminação artificial do edifício também foi bastante criticada por grande parte dos usuários. Outro tópico que não obteve julgamento positivo foi o referente à sinalização interna já que 54% dos alunos responderam péssimo para a

quantidade da mesma. A acessibilidade também não foi bem avaliada pelos usuários.

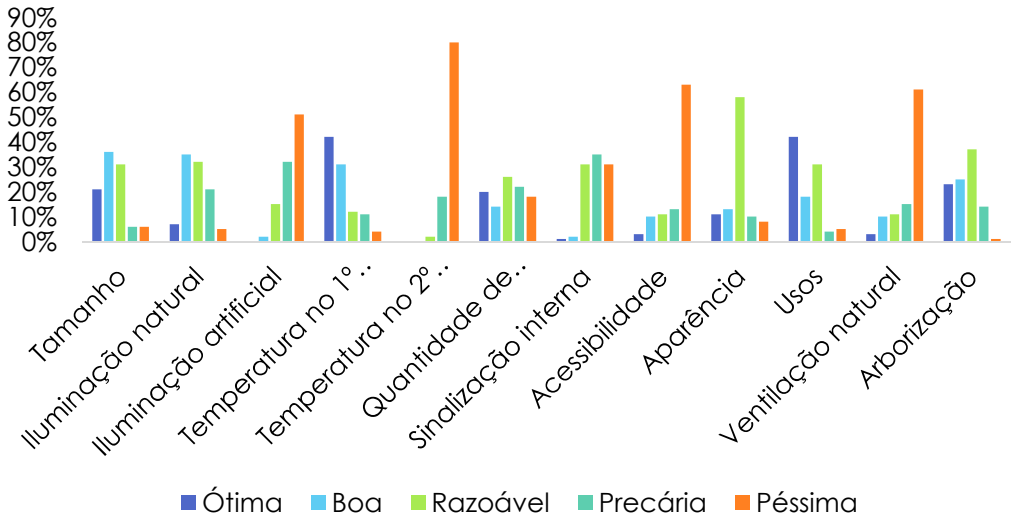
A arborização e a iluminação natural dos pátios abertos são consideradas ótimas ou boas pela maioria dos entrevistados, mas a ventilação natural é um dos problemas apontados. Verificou-se que estes pátios são internos à edificação, dificultando a entrada dos ventos nestes espaços. As respostas dos três segmentos apresentam homogeneidade nas respostas, com pequenas variações.

Gráfico 1 – Avaliação dos ambientes CCHL por alunos



Fonte: Os autores (2016)

Gráfico 2 – Avaliação dos ambientes CCHL por professores e funcionários

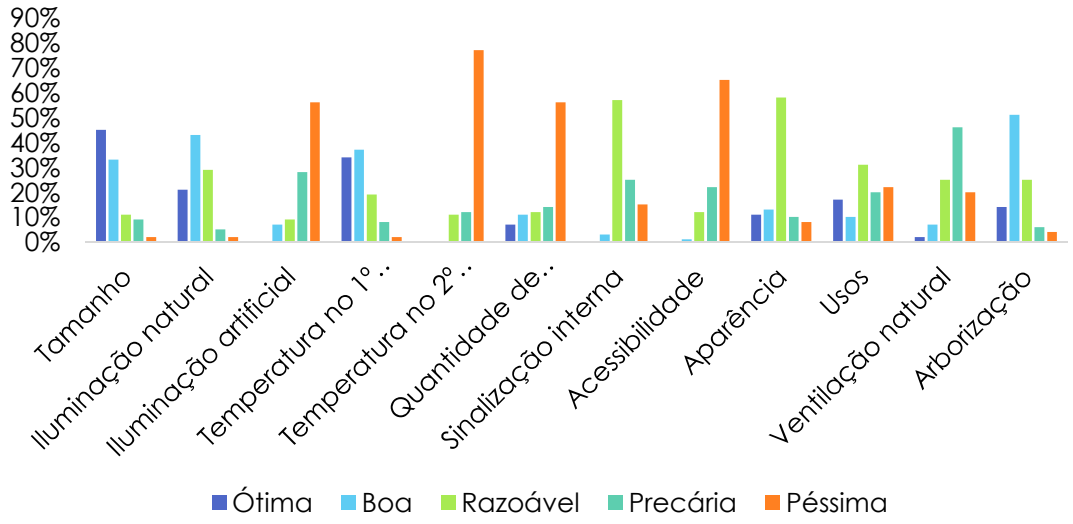


Fonte: Os autores (2016)

No edifício do CT, a população é de 2041 alunos e 164 professores e funcionários. A quantidade de questionários aplicados foi de 96 para alunos e 67 para professores e funcionários.

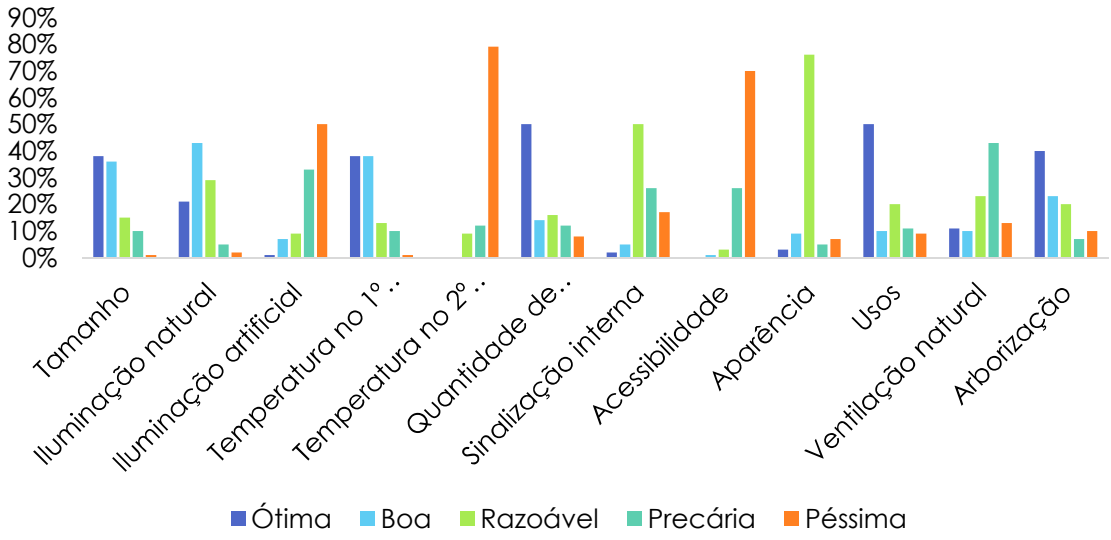
Igualmente ao CCHL, as temperaturas do segundo semestre foram o ponto mais crítico considerado pelos usuários. Todavia, no CT, a qualidade da ventilação natural foi menos criticada, podendo ser explicada pelos espaços abertos entre os blocos que permitem a passagem da ventilação nos pátios abertos e cobertos. A iluminação natural, a temperatura no primeiro semestre, a arborização e o tamanho dos espaços foram bem avaliadas por todos os segmentos. Os Gráficos 3 e 4 demonstram essas opiniões em forma de gráfico.

Gráfico 3 – Avaliação dos ambientes CT por alunos



Fonte: Os autores (2016)

Gráfico 4 – Avaliação dos ambientes CT por professores e funcionários



Fonte: Os autores (2016)

Em ambos os edifícios foi constatada a péssima qualidade da acessibilidade e da iluminação artificial por todos os usuários. A quantidade do mobiliário foi considerada precária e péssima nos dois edifícios principalmente pelos

estudantes, que são os maiores usuários destes espaços.

No edifício do CCHL a sinalização interna foi classificada majoritariamente como péssima e precária apesar de existir. A explicação para tal fato é a organização da planta em forma de labirinto sem hierarquias, causando uma dificuldade de orientação dos usuários. Já a sinalização no edifício do Centro de Tecnologia foi avaliada como razoável, embora exista apenas a numeração das salas de aula. Isso se deve ao eixo organizacional dos espaços, que gera um fácil entendimento espacial do edifício pelos usuários.

A avaliação pelos usuários revelou resultados semelhantes entre as respostas dos alunos e professores/funcionários nos dois edifícios. Os principais pontos negativos apontados também foram verificados pelos pesquisadores, como no caso da iluminação artificial, acessibilidade e ventilação natural. O partido arquitetônico adotado nos dois edifícios implica em avaliações distintas principalmente em relação à ventilação e iluminação naturais e orientação nos prédios.

4.5 Análise do conforto ambiental

As medições de temperatura e umidade relativa foram realizadas em três horários em dois dias consecutivos em março de 2016: de manhã (09:00), a tarde (15:00) e à noite (21:00). As Tabelas 1 e 2 foram preenchidas com as médias dos valores obtidos. Para determinação da temperatura e umidade relativa utilizou-se termômetro Klima Logger.

Para análise do nível de iluminância do ambiente, utilizou-se Luxímetro Digital Instrutherm. As medições foram realizadas no período da manhã, com abóbada celeste parcialmente nublada, o que resultou em um nível de iluminância da abóbada celeste de 19400 lux.

As temperaturas e umidade relativa que foram aferidas nos pátios do CCHL confirmam a necessidade do uso de estratégias bioclimáticas, principalmente ventilação cruzada. Os dados confirmam as respostas dos usuários em relação à sensação da temperatura e da ventilação natural.

Os níveis de iluminância durante o dia são bastante inferiores com relação à abóboda celeste devido ao enclausuramento dos ambientes. A iluminação natural nos pátios 1 e 5 é bastante deficiente de acordo com as medições realizadas e não atendem aos valores recomendados. Durante a noite os níveis da iluminação artificial não estão de acordo com a NBR ISO/CIE8995-1:2013 que indica o valor de 100lux para pátios e circulações. (Tabela 1)

Tabela 1 – Pontos de pesquisa CCHL

Ponto	Local	Temperatura média(°C)	UR%	Iluminação natural (manhã) (lux)	Iluminação artificial (noite) (lux)
1	Pátio coberto	31,3	62	51	18
2	Pátio coberto	31,7	63	512	54
3	Pátio aberto	31,8	60	914	20
4	Pátio aberto	31,9	61	12390	8
5	Praça de alimentação	31,4	64	61	25,5

Fonte: Os autores (2016)

Nos pátios do CT a umidade relativa é um pouco maior em relação às do CCHL devido à maior presença de áreas gramadas e com árvores altas. As temperaturas são mais uniformes, mas mesmo assim são bastante elevadas.

Tabela 2 – Pontos de pesquisa CT

Ponto	Local	Temperatura média(°C)	UR%	Iluminação natural (manhã) (lux)	Iluminação artificial (noite) (lux)
1	Pátio coberto	32.3	65	960	23
2	Pátio coberto	32.5	66	1328	21
3	Pátio coberto	32.7	64	803	11
4	Pátio aberto	31.9	67	18410	0,4
5	Pátio aberto	32.1	66	4970	1,0
6	Praça de alimentação	32.0	63	1810	26
7	Pátio coberto	31.8	65	3055	15

Fonte: Os autores (2016)

A iluminação natural dos pátios do CT é boa. Todavia, os níveis de iluminância da iluminação artificial também não atendem ao estabelecido pela norma. De acordo com a NBR ISO/CIE 8995-1(2013), os níveis de iluminância mínimos para circulações e pátios é de 100 lux, o que comprova a grande deficiência na iluminação artificial dos dois edifícios analisados.

Um dos problemas verificados pelos usuários no CCHL refere-se à ventilação. A construção limita os pátios por quatro paredes e árvores de copas densas e de grande porte que prejudicam a passagem dos ventos. Nos dois edifícios não há o uso de resfriamento evaporativo. Apenas a vegetação do local influencia na umidade relativa do ar durante a noite que chega até 80%.

5 CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que as soluções arquitetônicas adotadas nos dois edifícios têm influência decisiva nos usos das áreas de convivência cobertas e também dos pátios descobertos. A metodologia utilizada permitiu a avaliação sob o ponto de vista dos usuários que, em grande parte, foi coincidente com as avaliações feitas pelos pesquisadores.

As condições de conforto ambiental dos espaços, em relação à ventilação,

insolação e iluminação naturais foram consideradas inadequadas por boa parte dos usuários. A presença de vegetação nas áreas abertas é condição indispensável para o uso destes espaços, em função do clima local. A ocupação das áreas cobertas por outras atividades como quiosques de venda de alimentos, livros e xerox limita o uso destas áreas. Algumas áreas são bastante utilizadas e adequadas para o convívio e outras estão subutilizadas ou ocupadas por outros usos não previstos no projeto original.

A pesquisa mostrou que a qualidade dos espaços de convivência analisados pode ser melhorada com medidas simples como o aumento do nível de iluminância da iluminação artificial, mobiliário mais confortável e arborização que promova o sombreamento. A adaptação dos dois edifícios à NBR9050 é imprescindível para permitir o uso por todos os usuários.

REFERÊNCIAS

BARONE, A. C. C. **Team 10**: arquitetura como crítica. São Paulo: Annablume, 2002. 199 p.

CARVALHO, R. M.; MELO, A. A. A.**A difusão da modernidade arquitetônica em Teresina (1985-2000)**. In: Alcília Afonso; Víctor Veríssimo. (Org.). Arquitetura Moderna em Teresina. Guia. 1ed.Teresina: Cidade Verde; EDUFPI, 2015, v. 1, p. 11-316.

CCHL – Centro de Ciências Humanas e Letras. Programa de necessidades e dimensionamento. Teresina: UFPI/CEPRO, 1977.

FABRIZI, M. The Free University of Berlin (Candilis, Josic, Woods and Schiedhelm – 1963). **Socks**, Paris, out. 2015. Disponível em: <http://socks-studio.com/2015/10/29/the-free-university-of-berlin-candilis-josic-woods-and-schiedhelm-1963/ >. Acesso em: 21 mar. 2016.

KOLWALTOWSKI et AL. Métodos e instrumentos de avaliação de projetos destinados á habitação de interesse social. In: VILLA, S. B. ; ORNSTEIN, S. W. (Org.) **Qualidade Ambiental na Habitação:** avaliação pós-ocupação. São Paulo: Oficina de textos, 2013.

MONTANER, J. M. **Depois do movimento moderno**: arquitetura da segunda metade do século XX. Tradução Maria Beatriz da Costa Mattos. São Paulo: Gustavo Gili, 2014. 270 p

ORNSTEIN, S. **Avaliação pós-ocupação (APO) do ambiente construído**. São Paulo: Studio Nobel, 1992. 224 p. ISBN 85-85445-03-3.

ROMERO, M. A. Retrofit e APO – Conforto Ambiental e Conservação de Energia. In: ROMERO, M. A. B. ; FERNANDES, J. T. (Org.) **Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística**. Brasília: Universidade de Brasília, 2015. 2ª Ed.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AMBIENTE DE IDOSOS E A FERRAMENTA DO POEMA DOS DESEJOS[1]

SOBRAL, Elzani Rafaela Ferreira de Almeida (1); PAIVA, Marie Monique Bruère (2); VILLAROUCO, Vilma (3)

(1) UFPE, e-mail: sobral.rafaela@hotmail.com; (2) UFPE, e-mail: mariem.paiva@gmail.com; (3) UFPE, e-mail: villarouco@hotmail.com

RESUMO

A adequação espacial é fundamental para o exercício das atividades dos usuários, onde a interação usuário-ambiente se constitui em agente para o conforto, segurança e bem-estar. Desse modo, a compreensão dos espaços físicos por usuários vem contribuir para a melhoria da adequabilidade dos ambientes, principalmente aqueles voltados aos idosos, portadores de características tão peculiares. Assim, através da aplicação do Poema dos Desejos foi investigada a eficácia do instrumento para identificar a maneira como o usuário percebe seu ambiente. O estudo foi realizado em um condomínio projetado especificamente para idosos, localizado na cidade de João Pessoa, Paraíba. A amostra da pesquisa constituiu-se em 20 residentes, correspondente a 50% da população total do residencial. Foram realizadas visitas ao local objetivando apreender os espaços e entender o funcionamento do residencial, além de conhecer seus moradores. Os achados demonstraram validade na aplicação da ferramenta quanto à interpretação e resposta ao instrumento. Entretanto, foi detectada dificuldade de expressão dos desejos e anseios dos usuários idosos quanto aos espaços, ressaltando resultados pouco expressivos com baixa recorrência de atributos físicos apontados pelos moradores. Assim, esse trabalho apresenta dados que contribuem para pesquisas com usuários idosos, especialmente fomentando a necessidade de ambientes adequados, maximizando sua autonomia e independência.

Palavras-chave: Percepção Ambiental. Idosos. Ambiente Construído.

ABSTRACT

The spatial adequacy is essential to the performance of users activities, where the user-environment interaction constitutes agent for comfort, safety and well-being. Thereby, understanding the physical spaces by users contributes to improving suitability of environments, especially those focused on the elderly, people with peculiar characteristics. Thus, through the application of the Wish Poem it was investigated the efficacy of the tool to identify how the user perceives his environment. The study was conducted in a specifically designed for elderly condominium, located in the city of João Pessoa, Paraíba. The survey sample consisted of 20 residents, representing 50% of total residential population. Visits were made to the site aiming to learn the space and understand the running of the residence, besides knowing its residents. The findings demonstrated validity in the application of the tool regarding the interpretation and response to the tool. However, it was detected difficulty of expression of the wishes and desires of elderly users as to the spaces, highlighting poor results with low recurrence of physical attributes singled out by the users. Therefore, this paper

[1] SOBRAL, Elzani.; PAIVA, Marie; VILLAROUCO, Vilma. Ambiente de idosos e a ferramenta Poema dos Desejos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

presents data that contribute to research with elderly users, especially promoting the need for suitable environments, maximizing their autonomy and independence.

***Keywords**: Environmental Perception. Elderly. Built Environment.*

1 INTRODUÇÃO

A adequação de espaços para o desenvolvimento das atividades de naturezas diversas é fundamental para o conforto, segurança e bem estar dos usuários. Nessa direção, a Ergonomia do Ambiente Construído vem contribuir para o estudo das relações humanas e atividades em sistema indissociável e contínuo de estímulos e respostas em influência mútua.

Desse modo, a compreensão de como o usuário entende o ambiente por ele vivenciado constitui-se em importância ímpar para mitigar inadequações ergonômicas existentes (SOBRAL *et al*, 2015) e contribuir para projetos futuros de ambientes ergonomicamente adequados. Essa condição ganha relevância quando está associada a usuários idosos que têm como agente desfavorável as alterações impostas pelo processo de envelhecimento.

Dentre as pesquisas que vêm sendo realizadas o estudo de ambientes habitados por idosos desperta interesse não apenas pela iminência do assunto, mas especialmente pelas diversas possibilidades que essa temática pode revelar.

Assim, na busca de contribuir para uma melhor adequação de espaços para usuários idosos, o presente artigo apresenta um recorte de uma pesquisa concluída de mestrado que investigou a eficiência da ferramenta Poema dos Desejos para o entendimento da percepção do usuário idoso, identificando suas preferências quanto aos espaços físicos por ele habitado.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente artigo está inserido nos diversos estudos gerados pelo Grupo de Pesquisa em Ergonomia Aplicada ao Ambiente Construído da UFPE|CNPQ, que visa compreender o ambiente construído a partir dos princípios da Ergonomia, bem como a influência que ocorre oriunda da interação homem-ambiente. Dentro desse contexto, esse trabalho apresenta parte dos resultados obtidos em uma pesquisa de mestrado vinculada ao Departamento de Design da Universidade Federal de Pernambuco.

Através das pesquisas realizadas para fundamentar o estudo, e ser possível a redação da fundamentação teórica, foi realizado um mapeamento das ferramentas de Avaliação Pós-Ocupação (APO) a fim de identificar aquelas passíveis de aplicação para investigar a percepção ambiental de usuários idosos. Dentro desse panorama, a ferramenta Poema dos Desejos foi selecionada e indicada para utilização com esses usuários, visto que a ferramenta é de simples aplicação e possibilita a livre expressão dos entrevistados.

Após parecer favorável à pesquisa através do Comitê de Ética em Pesquisa da UFPE foram iniciados os estudos diretos com os usuários do objeto da

investigação. Inicialmente, foram realizadas visitas ao condomínio Cidade Madura no mês de março de 2015, a fim de fazer o reconhecimento do local e contato com os participantes da pesquisa. Nas visitas realizadas no mês seguinte, abril de 2015, os idosos foram contatados e convidados a participarem do estudo. Nessa ocasião, foram esclarecidos os objetivos da pesquisa, bem como apresentada a livre participação dos mesmos. Os idosos que aceitaram compor o estudo assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), documento que comprova a livre aceitação dos pesquisados.

Nas duas visitas seguintes realizadas em meados do mês de abril, foi aplicada a ferramenta Poema dos Desejos com os 20 (vinte) voluntários participantes do estudo, representando 50% do total de residências existentes. Buscando evitar constrangimentos oriundos da presença de dificuldade motora podendo comprometer a escrita, e da variação de escolaridade que influencia a alfabetização, foi solicitado aos idosos que respondessem de forma oral à sentença proposta pela ferramenta, diferentemente do sugerido por Rheingantz *et al* (2009). Sendo assim, foi perguntado ao participante que completasse a frase: "*Eu gostaria que minha casa fosse*...", com qualquer pensamento livre que surgisse em suas mentes. Dessa forma, as respostas orais expressadas pelos idosos à sentença inquerida foram registradas pela pesquisadora através de recurso de gravação de áudio, para posterior transcrição, análise e tabulação dos dados coletados.

As audições das gravações foram realizadas e transcritas tal qual o relatado pelos participantes, e divididas entre as respostas que tinham um caráter de mudança e aquelas que apresentaram satisfação, sem manifestação de desejos. As respostas que apresentavam algum atributo relacionado aos ambientes da moradia foram separadas e agrupadas em categorias a fim de verificar as possíveis recorrências, podendo um poema ser classificado em mais de uma categoria.

2.1 Categorizando o Condomínio Cidade Madura

Idealizado pelo Governo da Paraíba, o residencial Cidade Madura teve sua inauguração datada em junho de 2014. Está localizado no bairro de Mangabeira VIII, na cidade de João Pessoa - PB, e é administrado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano (SEDH).

As residências são de propriedade do Governo do Estado da Paraíba e cedidas aos idosos favorecidos em caráter de usufruto, não havendo permissão para vender, emprestar, alugar ou alterar o imóvel. Em caso de desistência do morador ou por ocorrência de seu falecimento, o imóvel deverá ser ocupado por outro beneficiário selecionado pela SEDH. Apenas podem residir nas casas o idoso beneficiado com seu cônjuge, não sendo admitida a moradia de parentes, filhos ou qualquer outra pessoa.

Quando da pesquisa o condomínio de idosos se apresentou composto de um total de 40 (quarenta) casas (Figura 1), todas com 54 m² de área

construída.

Figura 1 – Planta baixa do Condomínio Cidade Madura[2]



Fonte: Governo da Paraíba - SEDH, 2015

O residencial foi concebido para abrigar idosos de baixa renda, com 60 anos ou mais, e com renda mensal familiar *per capita* inferior a 3 (três) salários mínimos. A condição de idoso autônomo, não necessitando de auxílio de terceiros para desenvolver suas atividades de vida diárias, constituiu-se em exigência para sua permanência na moradia do residencial.

O condomínio caracteriza-se pela presença de casas-padrão (Figura 2), área de convivência, redário -local para estender redes- (Figura 3a), academia (Figura 3b) e horta comunitária, guarita de segurança, além de um centro médico com atendimento de primeiros socorros, administração de vacinas e remédios.

[2] As plantas baixas cedidas pela Secretaria de Direitos Humanos (SEDH) do condomínio Cidade Madura não apresentam a escala gráfica.

Figura 2 – Casa-padrão do condomínio



Fonte: Sobral (2015)

Todo o residencial é dotado de rampas e calçadas, piso tátil e corrimões que auxiliam na locomoção dos idosos. O acesso às unidades de moradia é pavimentado, assim como a área externa de convivência.

Figuras 3 – Redário (a) e Academia Comunitária (b)



(a)

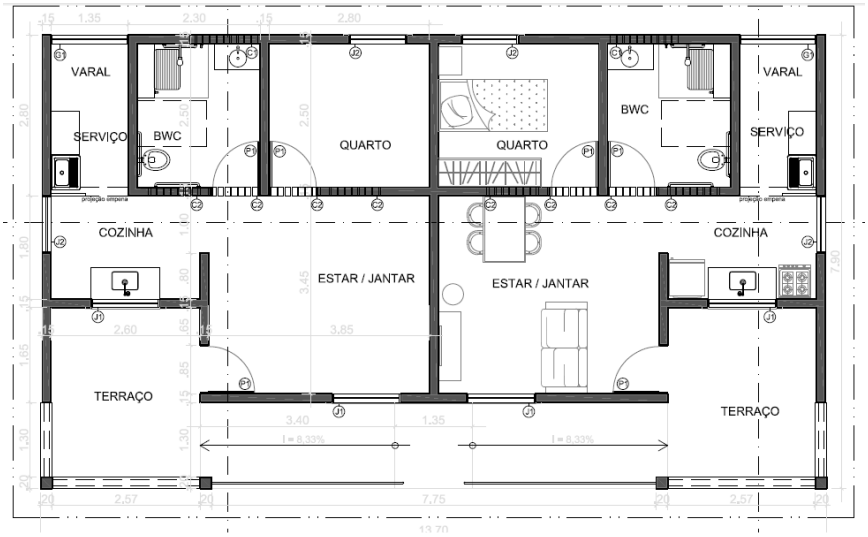


(b)

Fonte: Sobral (2015)

As unidades residenciais do condomínio são semelhantes, geminadas duas a duas, e compostas pelos ambientes de terraço, sala estar/jantar, quarto, banheiro acessível, cozinha e área de serviço, como mostra a Figura 4 a seguir.

Figura 4 – Planta Baixa módulo de casa-padrão do condomínio[3]



Fonte: Governo da Paraíba - SEDH (2015)

As moradias não apresentam segregação de lote por meio de muros, senão no perímetro do terreno do condomínio. Essa condição favorece à visão plena do residencial, além de contribuir para a interação dos moradores.

3 ERGONOMIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO E PERCEPÇÃO

A Ergonomia em seus princípios tem o homem como foco central com vistas a proporcionar melhoria das condições de saúde, conforto e bem-estar no desempenho das funções, mitigando situações de risco e inadequações. Assim, a Ergonomia do Ambiente Construído visa tornar favoráveis as condições do ambiente físico ao desenvolvimento de atividades pelo homem, considerando seus aspectos físicos, cognitivos, sociais, culturais e econômicos.

Para Villarouco e Andreto (2008), a relação que o homem possui com o espaço construído envolve, além dos aspectos técnicos-formais, dimensões referentes ao sentimento que o mesmo tem através da experimentação do ambiente, norteada por suas expectativas sobre esse espaço físico (PAIVA, SOBRAL & VILLAROUCO, 2015). Essa experimentação ocorre de modo simultâneo ou não, independentemente do nível de consciência das pessoas. Também é influenciada pelo repertório de conhecimento de cada indivíduo através de processos cognitivos, que envolvem conhecimento prévio, expectativas, necessidades e valores (PINHEIRO & ELALI, 2011; DEL RIO, 1999).

A Percepção Ambiental é a somatório de percepções sensoriais e cognição (WHYTE, 1978). Esse processo ocorre através dos sentidos, como visão, olfato, paladar, tato e audição, e de aspectos cognitivos, relacionados com a inteligência do individuo (OKAMOTO, 2002), de forma a

[3] As plantas baixas cedidas pela Secretaria de Direitos Humanos (SEDH) do condomínio Cidade Madura não apresentam a orientação solar em relação às residências e nem a escala gráfica.

estabelecer mecanismos de interface com a realidade ao decodificar os estímulos externos. Ainda Okamoto (2002) afirma que a percepção decorrente das sensações ultrapassa as reações aos estímulos externos somando-se a estímulos internos, onde esses interferem e guiam o comportamento do ser humano.

Diante do impacto direto nas reações e comportamento humano exercidas pelo ambiente, o conhecimento da interação do sistema usuário-ambiente, bem como sensações reveladas por meio da percepção ambiental passa a ser de fundamental importância. Nessa direção, para a avaliação da percepção ambiental diversos instrumentos são empregados, dentre eles o Poema dos Desejos.

Poema dos Desejos ou *Wish Poem,* desenvolvido por Henry Sanoff, é um instrumento de livre expressão (SANOFF, 2001), não estruturado, de fácil e rápida aplicação que possibilita a livre expressão dos pesquisados, e com geração de resultados ricos e representativos das expectativas dos usuários. Consiste em respostas escritas ou sob a forma de registros gráficos à pergunta "*Eu gostaria que (ambiente investigado)....*", não tendo número limite para o número de respostas. Para a análise e interpretação dos poemas os resultados são agrupados e categorizados, sugerindo-se a utilização de diagramas representativos para melhor visualização dos resultados finais que apontam os desejos mais recorrentes dos entrevistados (RHEINGANTZ *et al*, 2009).

3.1. ENVELHECIMENTO E ERGONOMIA

A velhice está associada ao declínio físico-funcional do indivíduo, desencadeando alterações de ordem social, psicológica, motora e afetiva (PAPALÉO NETTO, 2006). Entretanto, essas particularidades não são exclusivas dos idosos, nem tão pouco se apresentam em todas as pessoas com 60 anos ou mais, o que dificulta determinar o momento exato em que se inicia essa fase da vida.

Assim, é importante o entendimento dessas mudanças que afetam as capacidades e habilidades das pessoas durante o processo de envelhecimento, a fim de buscar a promoção de melhoria na consecução das atividades realizadas.

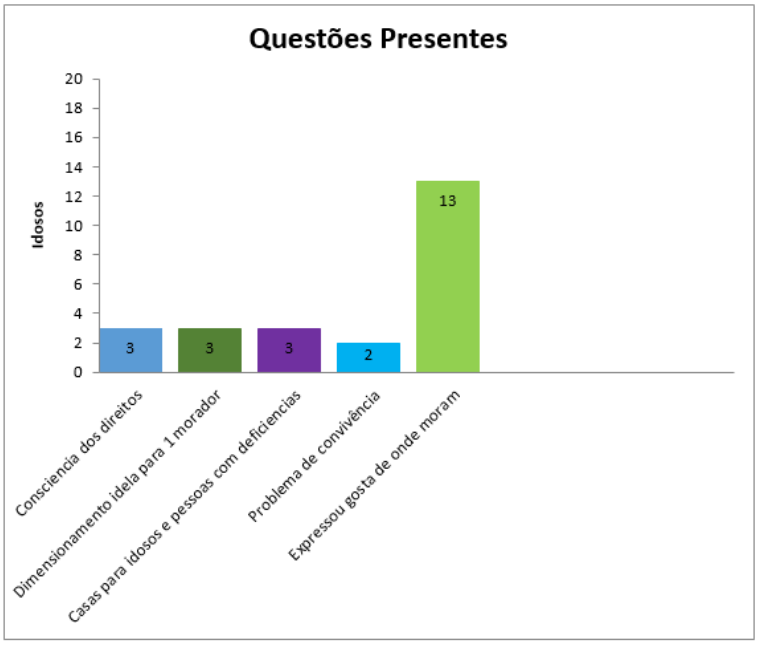
O ambiente construído exerce influência nos processos de envelhecimento, seja por senilidade ou senescência (PAIVA, FERRER & VILLAROUCO, 2015), devido à sua potencialidade de elemento facilitador ou dificultador (VILLAROUCO &ANDRETO, 2008; WAHL & WEISMAN, 2003), de acordo com os condicionantes físico-espaciais e quanto à percepção do usuário sobre esse espaço. Dessa maneira, através dos princípios da Ergonomia os espaços físicos necessitam de adequação às limitações impostas pelo envelhecer (PAIVA, SOBRAL & VILLAROUCO, 2015), ampliando a qualidade de vida dos idosos e mitigando constrangimentos decorrentes de barreiras físicas existentes nos espaços.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Após a divisão e tabulação das respostas encontradas entre os 20 (vinte) participantes da pesquisa – que representam 50% da quantidade de casas contidas no residencial, 9 (nove) relataram estar satisfeitos com o local onde moram representando 45% do total, como pode ser constatando na fala de um dos pesquisados ao se referir à sua residência: "*do jeito que ela está pra mim tá ótima*". Porém, 11 (onze) idosos expuseram algum desejo de mudança na estrutura da moradia, totalizando 55% do total da amostra.

Através do Gráfico 1 pode-se verificar que grande parte dos pesquisados se apresentou como satisfeitos com o local onde residem; fato confirmado através do discurso: "*eu gosto da casa, gosto daqui, eu* tenho paz aqui".

Gráfico 1 – Categorização dos atributos relativos ao local de moradia

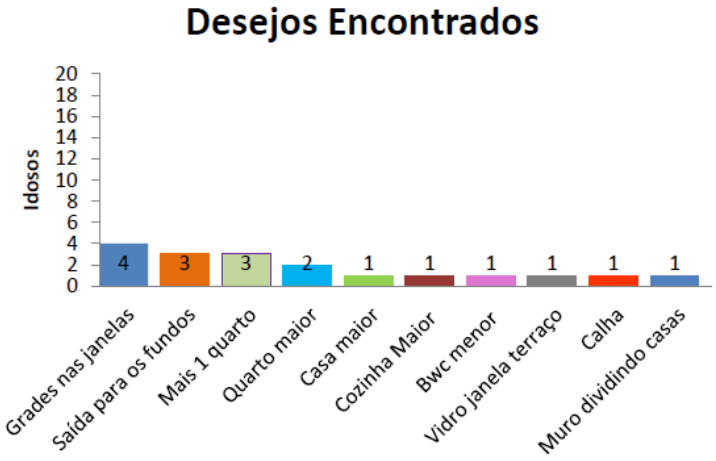


Fonte: Sobral (2015)

Alguns poemas apresentaram desejos não referentes ao ambiente físico, sendo destacadas questões de ordem pessoal, de relações interpessoais, direitos e importância do condomínio Cidade Madura, de acordo com o Gráfico 1 acima.

Já no Gráfico 2, verifica-se que os desejos mais citados foram aqueles que estabeleceram referência com o espaço físico. No diagrama apresenta-se como atributo de maior recorrência o assentamento de grades de proteção para garantir maior segurança aos moradores das residências. Seguindo em ordem decrescente dos desejos encontra-se a necessidade de acesso pela parte posterior da casa (área de serviço), um cômodo (quarto) a mais na estrutura da casa, quarto com maiores dimensões, maior dimensionamento para a residência e para a cozinha, redução das dimensões do banheiro, colocação de vidros na varanda, calha para recolhimento das águas pluviais, e divisão entre as casas geminadas por meio de muros.

Gráfico 2 – Categorização dos atributos relativos ao espaço físico



Fonte: Sobral (2015)

Mesmo sendo possível identificar algumas recorrências, e sabendo que alguns participantes estariam satisfeitos com suas moradias, obteve-se uma parcela significativa de idosos que não expuseram desejo algum (45% dos pesquisados). Pode-se atribuir a esse fato, algum percentual de redução de cognição e/ou ao grau de conformismo derivado do avanço da idade e da falta de perspectiva de futuro que os indivíduos idosos possuem. Tal afirmação vem a interferir de forma efetiva nas respostas oferecidas, encontrando eco na fala de um entrevistado: "*pra o final dos meus tempo, essa aqui tá legal*".

Tendo em vista que o projeto do condomínio Cidade Madura é direcionado para a população idosa de baixa renda, o sentimento de satisfação pode ser atribuído ao fato dos mesmos não terem no decorrer de suas vidas condições apropriadas de moradia, devido às suas realidades econômicas. Sendo assim, as residências cedidas em comodato pelo programa social permitem que esses idosos vivam em ambientes com condições melhores do que aquelas em que estavam habituados, gerando claramente grande satisfação com suas atuais moradias.

Entre os idosos que apresentaram desejos em seus poemas, verifica-se que os fatores não relacionados ao ambiente físico afirmam suas consciências, autonomia e plenitude das faculdades mentais. Os aspectos pertencentes ao espaço físico denotam preocupações gerais, compartilhadas por indivíduos adultos idosos e não idosos.

Os atributos derivados do processo de envelhecimento não foram considerados pela maioria dos pesquisados, creditando-se tal ocorrência ao bom atendimento por parte do projeto às necessidades físicas dos usuários idosos ou devido a esses não considerarem relevantes questões acerca do avanço da idade. Sendo assim, infere-se ser reduzida a quantidade de idosos pesquisados que possui a consciência de que suas necessidades físicas e psicológicas devem ser atendidas pelos espaços físicos.

Apesar do instrumento Poema dos Desejos ser considerado de fácil e rápida

aplicação (RHEINGANTZ *et al*, 2009), alguns problemas foram identificados para sua aplicação com usuários idosos.

Ocorreu a necessidade de intervenção da pesquisadora em alguns momentos para facilitar o entendimento da sentença proposta que deveria ser completada. Tal circunstância pode ser atribuída devido à diversidade de interpretação e tradução livre da frase, visto que a sentença proposta e utilizada pelo autor tem sua origem na língua inglesa.

Em alguns momentos foi preciso restabelecer o foco da pesquisa, uma vez que alguns dos voluntários idosos abordavam questões relativas ao conceito de lar e família, não sendo esse o objetivo inicialmente proposto.

5 CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

A Percepção Ambiental oferece recursos que permite compreender a relação existente entre usuário-ambiente, sendo possível enxergar os espaços através de seu entendimento.

Quando os usuários dos ambientes construídos são idosos, onde estes passam a ter novos hábitos de vida, necessidades e novas perspectivas de mundo, compreender como eles se relacionam com os espaços se torna primordial para que os ambientes favoreçam a realização das suas atividades diárias.

Com o estudo realizado foi possível investigar a adequação da ferramenta Poema dos Desejos para aplicação com usuários idosos a fim de verificar sua percepção ambiental. Mesmo com a apresentação de pouca expressividade dos atributos recorrentes, através do instrumento foi possível identificar quais os aspectos relacionados ao ambiente construídos que os usuários desejam em suas residências.

Considerando que os pesquisados conseguiram apresentar respostas à sentença proposta pelo Poema dos Desejos, a ferramenta empregada obteve eficácia de seu uso. Entretanto, não permitiu um aprofundamento maior quanto à percepção dos idosos, portanto, não sendo considerada ideal para aplicação com esses usuários devido à superficialidade dos poemas encontrados.

Devido à constatação de que grande parte dos idosos não consegue expor seus desejos, faz-se necessária uma maior investigação para buscar entender esses motivos, bem como verificar a influência de condições socioeconômicas presentes nos tipos de respostas apresentadas.

REFERÊNCIAS

ABNT ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS**. NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2015.

DEL RIO, V. Cidade da Mente, Cidade Real: Percepção Ambiental e Revitalização na Área Portuária do RJ. In: DEL RIO, Vicente; OLIVEIRA, Lívia (Orgs). **Percepção ambiental: A experiência brasileira**, p. 3-22, 2ª ed. São Paulo: Studio Nobel, 1999.

OKAMOTO, J. **Percepção ambiental e comportamento: visão holística da percepção ambiental na arquitetura e na comunidade**. São Paulo: Editora Mackenzie, 2002.

PAIVA, M. M. B.; SOBRAL, E. R. A.; VILLAROUCO, V. **The elderly and environmental perception in collective housing.** In: AHFE 2015: 6th International Conference on Applied Human Factors and Ergonomics 2015 and the Affiliated Conferences. Procedia Manufacturing 3, 2015. p. 6505-6512.

PAIVA, M.; FERRER, N.; VILLAROUCO, V. **The process of aging: A case study approach implementing an ergonomics evaluation of the built environment for the elderly in Brazil.** Work (Reading, Mass), v. 50, n. 4, p. 595-606, 2015.

PAPALÉO NETTO, M.. O Estudo da velhice: histórico, definição do campo e termos básicos. In: FREITAS, E. V., & al. (Orgs.). **Tratado de geriatria e gerontologia** (pp.02-12). Rio de Janeiro: Guanabara, Koogan, 2006.

PARAÍBA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Humano. Disponível em: <http://paraiba.pb.gov.br/desenvolvimento-humano/>. Acesso em: 26 jan. 2015.

PARAÍBA. Companhia Estadual de Habitação Popular. Disponível em: <http://www.paraiba.pb.gov.br/91022/governo-do-estado- entrega-residencial-cidade-madura-em-joao-pessoa-na-terca-feira.html>. Acesso em: 26 jan. 2015.

PINHEIRO, J. Q.; ELALI, G. A.. Comportamento socioespacial humano. *In:* **Temas básicos em Psicologia Ambiental.** CAVALCANTE, Sylvia; ELALI, Gleice A. (Orgs). Petrópolis: Editora Vozes, 2011.

RHEINGANTZ, P. A.; AZEVEDO, G. A.; BRASILEIRO, A.; ALCANTARA, D.; QUEIROZ, M.. **Observando a qualidade do lugar: procedimentos para a avaliação pós-ocupação.** [livro eletrônico] Rio de Janeiro: Proarq | FAU-UFRJ, 2009.

SANOFF, H. **School Building Assessment Methods.** AIA, Celen Pasalar, and Mine Hashas, School of Architecture, College of Design, North Carolina State University with support from the National Clearinghouse for Educational Facilities, 2001. Disponível em: <http://www4.ncsu.edu/unity/users/s/sanoff/www/schooldesign/schoolassess.pdf> . Acesso em: 25 jun. 2015.

SOBRAL, E.R.A.; PAIVA, M.M.B.; PORTO, N.R.S.; VILLAROUCO, V. **Discussão acerca da percepção ambiental, suas ferramentas e cognição.** Estudos em Design - Revista (online). Rio de Janeiro: v. 23, n. 3, 2015. p. 181–198.

SOBRAL, E.R.A. **Percepção ambiental de idosos: anseios e desejos para o lugar de morar.** Dissertação de mestrado. Programa de pós-graduação em Design, UFPE, Recife, 2015.

VILLAROUCO, V.; ANDRETO, L. **Avaliando desempenho de espaços de trabalho sob o enfoque da ergonomia do ambiente construído.** Revista Produção, Vol.18, n.03, set/dez 2008, ISSN 0103-6513. São Paulo: ABEPRO, 2008.

WAHL, H. W. ; WEISMAN, G. D. **Environmental Gerontology at the Beginning of the New Millennium: Reflections on Its Historical, Empirical, and Theoretical Development.** The Gerontologist, Vol .43, Nº 5, 2003, pp 616-627.

WHYTE, A.V.T, **Guidelines for Fields Studies in Environmental Perception, Technical Notes 5**. Paris: UNESCO, 1977.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO DA LEGISLAÇÃO DE SEGURANÇA CONTRA INCÊNDIO: ESTUDO DOS REQUISITOS PARA DIMENSIONAMENTO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA[1]

TAKEDA, Aline Sayuri (1); ONO, Rosária (2)

(1) FAUUSP, e-mail: aline.takeda@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: rosaria@usp.br

RESUMO

O objetivo desde trabalho é apresentar resultados da análise comparativa das diferentes exigências de segurança contra incêndio nos vários âmbitos do Brasil (municipal, estadual e nacional) e no exterior, no que se refere aos locais de reunião de público, limitadas às casas noturnas. O estudo tem como base, o projeto do edifício da Boate Kiss, de Santa Maria, sobre o qual serão feitas as avaliações frente às regulamentações do município de Santa Maria e de São Paulo, dos estados do Rio Grande do Sul, de São Paulo e do Rio de Janeiro; além da norma brasileira (NBR 9077: 2001) e da regulamentação britânica (Approved Document B: 2006). Na análise comparativa, foram encontradas diferenças entre os sistemas de proteção exigidos, bem como entre as abordagens para o projeto de arquitetura e de dimensionamento das saídas de emergência. Além disso, o estudo permitiu avaliar criticamente as variações nas exigências antes e após o incêndio. Verifica-se que comparada às demais regulamentações, a atual do Rio Grande do Sul é a mais rigorosa, mesmo em relação as do Estado de São Paulo ou a britânica, tidas como as mais completas. O trabalho foi desenvolvido como parte do projeto de pesquisa de Iniciação Científica financiada pela Fundação de Amparo a Pesquisa de São Paulo (FAPESP).

Palavras-chave: Projeto arquitetônico. Segurança contra incêndio. Regulamentação contra incêndio. Saídas de emergência.

ABSTRACT

The aim of this work is to present a comparative study of different fire safety requirements in Brazil (municipal, state, national) and abroad, with regard to public assembly places, limited to nightclubs. The study is based on the design of Kiss Nightclub's building, located in Santa Maria. Evaluation about the regulations of the cities of Santa Maria and São Paulo, the states of Rio Grande do Sul, São Paulo and Rio de Janeiro; in addition to the Brazilian Standard (NBR 9077: 2001) and UK regulations (Approved Document B: 2006) were made. In this study, differences on the requirements of fire protection systems, as well as approaches to architectural design and dimensioning of emergency exits were found. In addition, the study of fire regulations before and after the nightclub fire allowed to critically assess the increase of requirements. Compared to other regulations, the current regulations of Rio Grande do Sul is the strictest, even considering the regulations of the State of São Paulo or the British one, regarded as the most complete ones. This study was conducted as part of the research project at the undergraduate level, funded by FAPESP.

[1] TAKEDA, Aline; ONO, Rosária. Avaliação da legislação de segurança contra incêndio: estudo dos requisitos para dimensionamento das saídas de emergência. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: Architectural design. Fire safety. Fire Regulation. Fire exits.*

1 INTRODUÇÃO

Os avanços em segurança contra incêndios são, em geral, resultados de reflexões sobre grandes tragédias. O incêndio da Boate Kiss, ocorrido no dia 27 de janeiro de 2013 na cidade de Santa Maria ganhou repercussão mundial, devido à perda de 242 vidas e mais de 123 feridos (NFPA, 2013). Porém, outros exemplos similares anteriores marcaram a história, tais como o caso do Canecão Mineiro (2001), do Station Night Club (Estados Unidos, 2003) e da Boate República Cromagnon (Argentina, 2004).

Naquela noite, na Boate Kiss, foi organizada uma festa com o apoio da Faculdade de Agronomia e outras da Universidade de Santa Maria. Às 2 horas da manhã, o local se encontrava lotado; estima-se que havia de 1000 a 1500 pessoas (NFPA, 2013). Por volta das 3 horas, teve inicio uma apresentação musical e cerca de 15 minutos depois, o vocalista da banda aciona um artefato pirotécnico comercialmente chamado de Sputinik, apropriado para uso em espaços abertos. As faíscas atingiram o forro de poliuretano expandido, que entrou em combustão imediatamente.

Ao perceber o princípio de fogo, houve três tentativas de acionar o extintor de incêndio, sem sucesso. Em seguida, as pessoas mais próximas tentaram combater o foco de incêndio jogando água, também sem sucesso. Somente então teve início o processo de evacuação daqueles que estavam próximos à pista de dança. Nas saídas, o público foi barrado para que pagassem a conta. Mas uma vez verificado visualmente o perigo, a saída foi liberada.

Em alguns setores da boate, a informação do incidente demorou a chegar, pois neles não havia contato visual com o incêndio. Por volta das 3h17min, o Corpo de Bombeiros foi acionado e cerca de 5 a 7 minutos depois, já se encontrava no local (NFPA, 2013). Por volta das 4 horas da manhã, o Corpo de Bombeiros encerra o trabalho de resgate de sobreviventes no local.

O saldo foi de 235 mortes até o dia 4 de fevereiro, sendo 122 homens e 113 mulheres (VEJA, 2013c). Até essa data, a Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) havia perdido 107 alunos. Também faleceram 13 alunos da Centro Universitário Franciscano (UniFra), 14 militares de um base da Força Aérea Brasileira e 15 funcionários da Boate Kiss (ÉPOCA, 2013). Pelo menos 172 das 235 vítimas tinha menos que 35 anos de idade. O número de óbitos cresceu para 242 até junho de 2013.

A tragédia colocou mais uma vez em dúvida a eficiência das regulamentações de segurança contra incêndio do país. Mas é preciso lembrar que existe um extenso histórico de incêndios em locais de reunião de público.

Em 2001 no Estado de Minas Gerais 7 pessoas perderam a vida e cerca de 300 ficaram feridas devido ao uso de um artefato pirotécnico durante um show musical. Assim como ocorreu em 2013, o forro era de material

combustível, houve dificuldade em liberar as saídas para a fuga e havia superlotação. Na época isso resultou no Código Estadual de Proteção Contra Incêndio e Pânico - Lei 14.130 (MINAS GERAIS, 2001).

Dois anos depois, nos Estados Unidos ocorreu outro incidente similar, que teve como resultado a perda de 100 vidas. O uso de equipamento pirotécnico associado à ignição do forro combustível causou a tragédia. Esse evento motivou a realização de uma série de investigações que teve como resultado um Relatório Técnico emitido pelo National Institute of Standarts and Technology (NIST) (GROSSHANDLER et al., 2005, p. 1–2) e a revisão de diversos documentos nacionais tais como: *Internacional Building Code* (IBC,2003), *Internacional Fire Code* (IFC,2003), "Uniform Fire Code" (NFPA 1/2003) e o "Life Safety Code"(NFPA 101/2003).

No ano seguinte, ocorreu ainda o incêndio da Boate República Cromagnon, na Argentina, que abrigava naquela noite cerca de 2811 pessoas na noite da tragédia, apesar de ter autorização para abrigar somente 1031 indivíduos. O saldo final foi de 194 pessoas mortas e mais de 700 feridas. (QUE NO SE REPITA, [s.d.]). O artefato pirotécnico, forro de poliuretano e a superlotação estavam novamente presentes.

Existem muitos estudos e avanços tecnológicos na área de segurança contra incêndios, porém a estrutura legal não é desenvolvida na mesma velocidade. Por outro lado, a abertura e funcionamento de estabelecimentos tem como base a lei. Logo, estudar e compreender as regulamentações existentes é importante para que estudos fundamentem avanços nesses documentos legais, visando o seu aprimoramento.

2 OBJETIVOS

O objetivo deste trabalho é apresentar os resultados da análise comparativa das diferentes regulamentações vigentes no país, bem como seus requisitos e métodos de dimensionamento para locais de reunião de público, limitados a casas noturnas.

O estudo tem como base, o projeto do edifício da Boate Kiss, de Santa Maria, sobre o qual serão feitas as avaliações frente às regulamentações do município de Santa Maria e de São Paulo, dos estados do Rio Grande do Sul, de São Paulo e do Rio de Janeiro; além da norma brasileira (NBR 9077: 2001) e da regulamentação britânica (Approved Document B: 2006).

As informações disponíveis da Boate Kiss para esta análise se limitaram às plantas do projeto e depoimentos de sobreviventes encontradas em publicações especializadas e documentos de acesso público. Assim, não foi possível obter dados sobre a existência e a distribuição dos sistemas de proteção contra incêndios instalados. Contudo, o estudo resultou em uma análise comparativa sobre as diversas regulamentações existentes e suas respectivas exigências, e leva à discussão da adequabilidade dos requisitos de proteção contra incêndio para os locais de reunião de público.

3 O EDIFÍCIO

A Boate Kiss estava instalada num edifício basicamente constituído de um grande piso térreo que abrigava sua atividade principal e um pequeno piso superior destinado a depósito e escritório. O terreno em que se inseria o edifício era rodeado de edifícios em três lados, sem recuos, deixando somente a fachada principal para acesso, a voltada para a Rua Andradas.

O terreno se limitava a um retângulo de 26,45m de profundidade e 23,18m de largura e com área construída de 613 m^2 (NFPA,2013) Contudo, existem divergências de dados, dependendo da fonte. Por terem informações mais completas, as plantas do Laudo No. 12821/2013 (RIO GRANDE DO SUL, 2013) foram tomadas como referência neste estudo (área do perímetro interno de 630m^2).

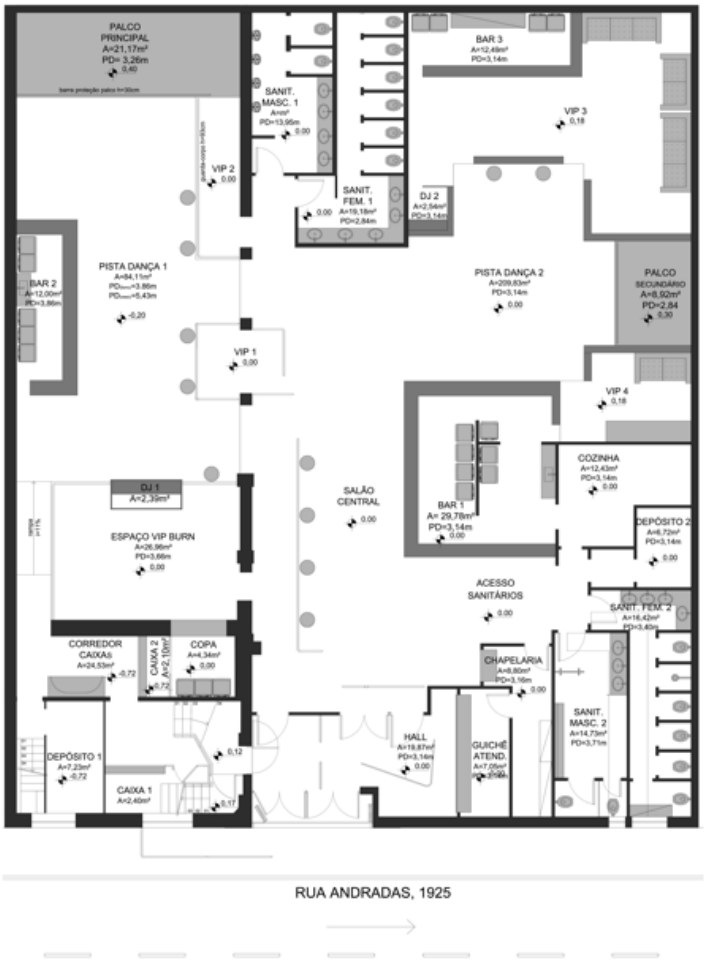
Já no Projeto de Reforma aprovado em 2010, a Boate Kiss possuía paredes externas de tijolos, cobertura metálica de duas águas, forro de gesso acartonado, paredes internas de alvenaria rebocada e revestida com madeira e o piso, cerâmico. Após o incêndio, as investigações apontaram que existia ainda o revestimento com espuma de poliuretano expandido no forro do palco e nas paredes junto às caixas de som. Além disso, para organizar tais fluxos, existiam guarda-corpos ou baias espalhados pelas pistas de dança, entrada e áreas VIPs. A planta da Boate Kiss pode ser vista na Figura 1.

Na entrada principal, havia duas portas com cerca de 1,70 metros de largura cada, que do ponto de vista normativo seria considerado uma saída única (NFPA, 2013). Porém, uma das portas possuia o vão de luz reduzido por uma porta pantográfica externa, a qual reduzia o vão de uma das portas de saída de 1,70 para 1,30 metros aproximadamente (Figura 2). Assim, as saídas somavam 3 metros de largura total, ao invés de 3,40m. Além disso, essa mesma porta era parcialmente cercada por um guarda-corpo metálico na parte externa. As portas de saída se abriam no sentido de saída e possuíam barras anti-pânico

Não havia aberturas para ventilação natural no edifício. A circulação de ar era feita por dutos de ar condicionado (GLOBO, 2013). Consta-se que o equipamento continuou a funcionar após o início do incêndio e que este teria contribuído para a propagação rápida da fumaça para os vários ambientes.

As informações sobre os sistemas predias de proteção contra incendio existentes não são consensuais. De acordo com a NFPA (2013), o edifício era protegido somente por extintores de incêndio.

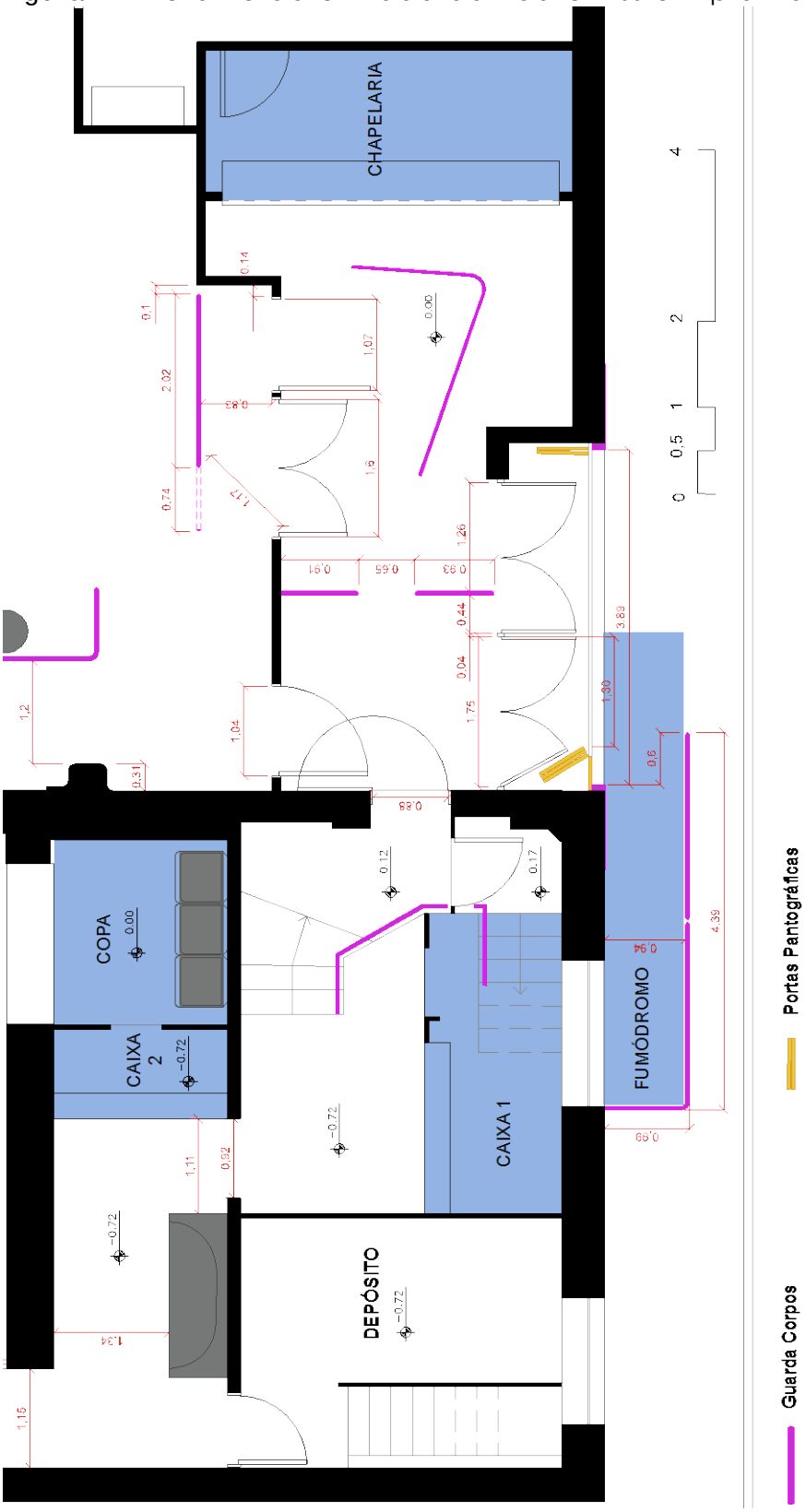
Figura 1- Planta do Piso Térreo da Boate Kiss



Fonte: RIO GRANDE DO SUL, **Laudo No. 12821/2013**

Porém, de acordo com o "Relatório Técnico, Análise do Sinistro na Boate Kiss, em Santa Maria, RS Porto Alegre" (CREA,2013, p. 15), a iluminação de emergência existia, embora não tenha cumprido seu papel de forma adequada. O sistema de sinalização de emergência atendia as exigências normativas, mas se demonstrou ineficaz devido à complexidade de leiaute e ao número de obstáculos existentes no percurso até a saída. Quanto ao sistema de detecção e alarme de incêndio, não existia, pois, de acordo com o mesmo relatório, a sua exigência não era compulsória (CREA,2013, p. 24). No incidente, o extintor próximo ao local do início do incêndio falhou, permitindo que o fogo se espalhasse, o que comprova a sua existência.

Figura 2 - Detalhe da entrada da Boate Kiss em planta.



Fonte: Autores

4 EXIGÊNCIAS DAS REGULAMENTAÇÕES

Durante o trabalho, foram verificados 8 documentos de diversos âmbitos (municipal, estadual, nacional e internacional) que determinam medidas de segurança contra incêndio em edificações. São eles: as regulamentações do município de Santa Maria (SANTA MARIA, 1991, 2009) e de São Paulo (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 1992), dos estados do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 1997, 2013a, 2014, 2015), de São Paulo (SÃO PAULO, 2011a, 2011b) e do Rio de Janeiro(RIO DE JANEIRO, 1976); além da norma brasileira NBR 9077: 2001 (ABNT, 2001) e da regulamentação britânica - Approved Document B: 2006 (HM GOVERNMENT, 2010).

A primeira comparação foi realizada a partir das medidas de segurança contra incêndio exigidas por cada uma dessas regulamentações para o caso de um edifício com as características da Boate Kiss. Essa situação se apresenta resumida no Quadro 1.

Quadro 1 Medidas de Segurança Contra Incêndio exigidas em regulamentações.

Medidas de Segurança Contra Incêndio	Município de Santa Maria	Município de São Paulo	Estado do Rio Grande do Sul antes do incêndio	Estado do Rio Grande do Sul depois do incêndio	Estado de São Paulo	Estado do Rio de Janeiro	Regulamentação Britânica
Controle de Materiais de Acabamento		X		X	X		X
Saídas de Emergência	X	X	X	X	X	X	X
Iluminação de Emergência		X	X	X	X		X
Sinalização de Emergência	X	X	X	X	X	X	X
Extintores	X	X	X	X	X	X	
Brigada de Incêndio				X	X		
Plano de Emergência				X			
Detecção Automática				X			
Controle de Fumaça				X			X
Chuveiros Automáticos		*					
Alarme Manual	X	X					X
Acessibilidade das rotas de fuga							X
Compartimentação horizontal		X					
*Pode substituir compartimentação Horizontal							

O quadro 1 mostra que as saídas de emergência, bem como a sinalização de emergência são medidas exigidas em todas as regulamentações estudadas. Porém, elementos como iluminação de emergência não aparecem nos documentos de Santa Maria ou do estado do Rio de Janeiro. Ao mesmo tempo, é preocupante observar que ainda existem documentos que não exigem a instalação de um sistema de iluminação de emergência para casas noturnas. A regulamentação que possui o menor número de

exigências é a do Estado do Rio de Janeiro (RIO DE JANEIRO, 1976) (três medidas de segurança contra incêndio).

As regulamentações do município de Santa Maria (SANTA MARIA, 1991, 2009) e do Estado do Rio Grande do Sul antes do incêndio (RIO GRANDE DO SUL, 1997), são as que possuem quatro medidas de segurança contra incêndio, enumeradas no Quadro 1.

No caso da regulamentação do Estado de São Paulo (SÃO PAULO, 2011a, 2011b), existem duas medidas de segurança contra incêndio a mais, em comparação ao Rio Grande do Sul antes do incêndio (RIO GRANDE DO SUL, 1997): controle dos materiais de acabamento e brigada de incêndio. O fato de existirem tais medidas contribui muito na diminuição do risco de incêndio, pois o controle de materiais exige o emprego de material que apresente menor produção de calor e fumaça na combustão e a brigada de incêndio tem como objetivo principal auxiliar na orientação da fuga dos usuários em caso de sinistro.

As próximas regulamentações, na ordem crescente de número de medidas de segurança contra incêndio são as do Município de São Paulo (PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO, 1992) e a Regulamentação Britânica (HM GOVERNMENT, 2010). No caso da primeira, é possível verificar uma proximidade de parâmetros com a regulamentação do Estado de São Paulo. Isso porque a diferença entre elas é que enquanto a regulamentação estadual exige a brigada de incêndio para a retirada rápida e organizada dos usuários, a regulamentação municipal prioriza o alarme manual e a compartimentação do edifício. O alarme manual permite que qualquer pessoa possa acioná-lo e alertar os demais usuários a saírem do estabelecimento, mesmo que de forma menos organizada do que no caso da orientação por membros de uma brigada de incêndio. A compartimentação, por sua vez, é uma medida de proteção passiva que visa delimitar o crescimento do incêndio por meio da instalação de paredes e portas corta-fogo.

Já a regulamentação britânica (HM GOVERNMENT, 2010) apresenta uma grande diferença de diretrizes. Medidas como saídas de emergência, iluminação de emergência e sinalização de emergência estão presentes, bem como o controle de materiais de acabamento. E exigência da acessibilidade das rotas de fuga, que consta nesta regulamentação, não é encontrada em nenhuma das regulamentação brasileiras analisadas. Além disso, existe nessa regulamentação estrangeira ênfase na medida de controle da fumaça, que é dado por várias exigências relacionadas a esta questão no documento.

Por último, o documento com maior número de medidas de segurança contra incêndio exigidas, dentre os analisados, é a regulamentação do Estado do Rio Grande do Sul após o incêndio da Boate Kiss (RIO GRANDE DO SUL, 2013a, 2014, 2015). O grande número de medidas mostra o aumento do rigor da regulamentação, sendo o único a exigir sistema de detecção de alarme automáticos e plano de emergência, além de exigir a brigada de

incêndio e a instalação de sistema de controle de fumaça. O grande número de exigências leva a pensar quais e quantas medidas seriam realmente necessárias ou efetivas.

5 DIMENSIONAMENTO DAS SAÍDAS DE EMERGÊNCIA

Analisar a quantidade e qualidade das exigências de medidas de segurança contra incêndio é um primeiro passo para avaliar uma regulamentação de segurança contra incêndios. Porém, esta análise é insuficiente para avaliar a efetividade de cada uma dessas medidas.

Um dos principais objetivos da segurança contra incêndio em edificações é garantir a segurança à vida de seus ocupantes, portanto, esta parte do presente estudo enfoca a análise dos requisitos que compõem o dimensionamento de saídas de emergência nos diferentes documentos estudados, considerando a situação do projeto da Boate Kiss.

Para tanto, os parâmetros de dimensionamento das saídas para a situação foram verificados e, com base nos dados do projeto arquitetônico do edifício (plantas), como da Figura 1, dados foram calculados e obtidos, dos quais um resumo pode ser visto no quadro 2.

Quadro 2 – Critérios de dimensionamento de saídas de emergência

Medidas de Segurança Contra Incêndio	Município de Santa Maria*	Município de São Paulo	Estado do Rio Grande do Sul antes do incêndio*	Estado do Rio Grande do Sul depois do incêndio	Estado de São Paulo*	Estado do Rio de Janeiro	Regulamentação Britânica
Lotação Calculada	817	1018	817	790	817	919**	1062
Número de Saídas	2	2	2	2	2	3	3
Largura de cada saída	2,20 e 2,75	3 e 3,30	2,20 e 2,75	2,2	2,20 e 2,75	2 x 2,50 e 2,60	3 X 2,65
Somatória da Largura das saídas	4,95	6,3	4,95	4,4	4,95	7,6	7,95
Distância Máxima a percorrer (m)	20	45	20	30	20	NA	18 e 45***

*seguem a norma brasileira NBR 9077 Saídas de Emergência - cálculo desconsidera banheiros
** no cálculo são desconsiderados banheiros e áreas de apoio
*** menor medida para trechos com somente uma rota possível e maior valor para situações com mais de uma rota. Verificar método de cálculo específico dessa regulamentação.

Especificamente, neste caso, existe uma grande variação entre os valores calculados de população, largura total das saídas e distâncias a percorrer até uma saída, nas regulamentações em análise.

Dos diversos cálculos de dimensionamentos feitos, aquele de medidas mais reduzidas é o da regulamentação do Estado do Rio Grande do Sul após o incêndio. Esse fato se soma ao número de medidas de segurança contra incêndio (9 medidas diferentes) adotadas por essa regulamentação. A

lotação calculada, neste caso, foi de 790 pessoas, um número muito inferior ao da população estimada na noite do sinistro na boate (de 1000 a 1500 pessoas) e, consequentemente, a largura das saídas resultantes do cálculo levou à menor dimensão entre as estudadas.

Dentre as regulamentações consideradas, três adotam os critérios da norma brasileira para o cálculo da população estimada (NBR 9077: 2001). Neste caso, a lotação calculada é de 817 pessoas, que é um valor também inferior ao da população na noite do incêndio. E a largura total das saídas 4,95 metros, diretamente proporcional à população calculada, não é muito maior que as exigidas pela regulamentação do Estado do Rio Grande do Sul após o incêndio.

A regulamentação do Estado do Rio de Janeiro, por sua vez, apresenta uma lotação calculada mais próxima daquela estimada na noite do incêndio. Ao mesmo tempo, esta regulamentação exige um número mínimo maior de saídas (três), a sua população calculada leva a uma largura total das saídas superior às anteriores (7,60 metros) que permitiria uma melhor distribuição das saídas. É interessante notar que, dentre as regulamentações estudadas, a do Estado do Rio de Janeiro foi tida como a mais deficiente em termos de número de medidas exigidas.

As regulamentações do Município de São Paulo e a Regulamentação Britânica obtiveram uma lotação calculada próxima ao que havia na Boate Kiss. A grande diferença entre elas é que a britânica exige, no mínimo, 3 saídas distintas, também possibilitando a melhor distribuição física das saídas na edificação.

Deve-se destacar, ainda, que as regulamentações brasileiras, excetuando a do Estado do Rio de Janeiro, possuem uma metodologia de cálculo muito similar entre si, a partir do uso de módulos ou unidades de passagem pelos quais uma pessoa poderia passar num determinado período de tempo (30 cm no caso no Município de São Paulo e 55 cm para as demais). Porém, essa metodologia contrasta com aquela da Regulamentação Britânica. Pois esta adota um valor base de largura de 1050 mm para 220 pessoas e para o cálculo do excedente, soma-se 5 mm de largura por pessoa adicional. Em outras palavras, esta não utiliza o conceito de unidade de passagem, assim como a regulamentação do Rio de Janeiro.

Uma última análise realizada diz respeito às distâncias máximas a serem percorridas até atingir um local seguro. O fato é que nas regulamentações nacionais não há um detalhamento sobre a metodologia de cálculo adequada. Assim, para cálculo de distâncias máximas, muitos não levam em conta obstáculos como guarda corpos e divisórias. No geral, essas distâncias são tomadas por circunferências de raio igual a distância exigida, em linha reta – método este incorreto para obtenção desta distância. Comparativamente a Regulamentação Britânica especifica o método de cálculo dessa distância de tal forma que para o projeto da Boate Kiss teria um nível de exigência maior nesse quesito.

É importante ressaltar que a Boate Kiss possuía duas portas de saída que somavam cerca de 3,40 metros de largura total. Portanto, estas saídas não estavam de acordo com nenhuma das regulamentações estudadas. E, adicionalmente, a obstrução parcial de uma dessas saídas diminuiu ainda mais a largura total das saídas. Isso explica, em grande parte, por que houve o congestionamento das saídas, que fez com que a fuga fosse mais demorada e muitos perdessem a vida próximos a poucos passos das portas de saída.

4 CONCLUSÕES

A breve análise apresentada neste artigo demonstra uma série de discrepâncias entre as regulamentações existentes, bem como mostra a necessidade de rever os conceitos utilizados principalmente para o dimensionamento de saídas de emergência na maior parte do Brasil. Talvez uma proposta de unificação desses documentos, criando regra única para todo o território nacional, permita aprofundar mais as discussões sobre o assunto e melhorar o entendimento sobre as exigências necessárias e mais adequadas para cada situação. Assim, revisões periódicas desse único documento possibilitaria que medidas de segurança contra incêndios fossem aprimoradas de uma forma mais otimizada, sem criar as discrepâncias observadas neste estudo, onde percebe-se as diferenças decorrem, muitas vezes, do período de revisão destas regulamentações. Ademais, as regulamentações nacionais ainda levam pouco em conta a diversidade humana, como por exemplo, a população de pessoas com deficiência física e com mobilidade reduzida.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação de Amparo a Pesquisa (FAPESP) que viabilizou financeiramente a pesquisa, por meio da bolsa de Iniciação Científica, Processo 2015/01612-5.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9077: Saídas de emergência em edifícios**. p. 35, 2001.

CREA, C. R. DE E. E A. DO R. G. DO S. **Relatório Técnico, Análise do Sinistro na Boate Kiss, em Santa Maria, RS Porto Alegre.** n. 51, 2013.

ÉPOCA, R. **Tão Jovens, Tão Rápido, Tão Absurdo.** Editora Globo, Edição n.767, p. 26–71, fev. 2013.

GLOBO. **Fantástico - Fantástico faz reprodução do ambiente da boate Kiss | globo**. Disponível em: <http://globotv.globo.com/rede-globo/fantastico/v/fantastico-faz-reproducao-do-ambiente-da-boate-kiss/2384397/>. Acesso em: 10 set. 2015.

GROSSHANDLER, W. et al. **Report of the technical investigation of the station**

nightclub fire. v. I, p. 246, 2005.

HM GOVERNMENT. **Approved Document B (Fire safety) – Volume 2 - Buildings other than dwellinghouses (2006 edition incorporating 2010 and 2013 amendments).** v. 2, 2010.

MINAS GERAIS, E. **Lei 14.130**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www.bombeiros.mg.gov.br/images/documentos/lei-14130.pdf>.

NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION. **O beijo da Morte.** 2013.
PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **Lei n.º 11.228, de 25 de junho de 1992 (Código de Obras).** p. 1–82, 1992.

QUE NO SE REPITA, F. DE LA TRAGEDIA DE C. **What happened in Cromañón?** Disponível em: <http://www.quenoserepita.com.ar>. Acesso em: 5 out. 2015.
RIO DE JANEIRO, G. DO E. DE. **Decreto 897 Código de Segurança Contra Incêndio e Pânico.** v. 30, 1976.

RIO GRANDE DO SUL, A. L. DO E. DO. **Decreto 37.380.** p. 1–2, 1997.

RIO GRANDE DO SUL, A. L. DO E DO. **Lei Complementar 14.376**.. 2013a.

RIO GRANDE DO SUL, C. DO C. DE B. DA S. DA S. P. DO E. DO. **Resolução Técnica CBMRS Nº 05 - Parte 07 Processo De Segurança Contra Incêndio : Edificações Existentes , Históricas E Tombadas.** 2014.

RIO GRANDE DO SUL, C. DO C. DE B. DA S. DA S. P. DO E. DO. **Resolução Técnica CBMRS No 11 - Parte 01 - Saídas de Emergência.** 2015.

RIO GRANDE DO SUL, I. G. DE P. DO. **Laudo N 12821/2013**. [s.l: s.n.].

SANTA MARIA, P. M. DE. **Lei Municipal 3301/91**. p. 1–24, 1991.

SANTA MARIA, P. M. DE. **Código De Obras E Edificações Do Município De Santa Maria**. p. 1–61, 2009.

SÃO PAULO. **Decreto 56.819**. 2011a.

SÃO PAULO, C. DE B. DO E. DE. **Instrução Técnica Nº 11 Saídas de emergência**. 2011b.

TAKEDA, Aline; ONO, Rosária. **Avaliação da legislação de segurança contra incêndio: estudo dos requisitos para dimensionamento das saídas de emergência**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. Porto Alegre: ANTAC, 2016.

VEJA, R. Edição Especial: Nunca Mais. **Editora Abril, Edição 2307 - ano 46 - n.06**, p. 44–79, fev. 2013.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO EM HOSPITAIS COMPLEXOS[1]

THOMAZONI, Andrea D. Leitner (1); ORNSTEIN, Sheila Walbe (2)

(1) USP, e-mail: andrealeitner@terra.com.br; (2) USP, e-mail: sheilawo@usp.br

RESUMO

No caso dos hospitais contemporâneos complexos, as contribuições projetuais a partir do estudo dos fluxos frente às suas sucessivas readequações espaciais favorecem a elaboração de programas de necessidades mais eficazes no atendimento às expectativas dos seus usuários. O objetivo do artigo é eleger os aspectos que emergem da análise da arquitetura de cinco *benchmarks*, nacionais e internacionais, quanto aos fluxos de usuários, materiais, equipamentos e cadáveres com vistas a subsidiar possíveis rearranjos de configurações internas por meio da metodologia de Avaliação Pós-Ocupação (APO). O estudo é parte da pesquisa de doutorado realizada com auxílio da Fapesp. Os resultados a partir da análise gráfica e textual apontam que os fluxos se originam da setorização, dependem de fatores culturais e do sistema de saúde de cada país; para edifícios de tipologia vertical, as atividades assistenciais de menor rotatividade de pacientes devem ser implantadas em pisos mais elevados e a localização centralizada do corpo assistencial permite a tomada imediata de decisões acerca do paciente. Os resultados apontam também as principais intersecções indesejadas, as intersecções positivas, a relevância da flexibilização e da capacidade de *wayfinding* na agilização do atendimento assistencial.

Palavras-chave: Hospital contemporâneo complexo. Fluxos operantes. Avaliação Pós-Ocupação.

ABSTRACT

With regard to complex contemporary hospitals, design contributions from the study of flows considering its successive spatial renewals, impact the development of more effective programming in meeting the expectations of its users. The main goal of this article is to elect which are the notable aspects that emerge from the analysis of five selected Brazilian and international benchmarks, regarding users, materials, equipments and corpses flows, in order to support possible internal configurations and rearrangements through the approach of Post Occupancy Evaluation (POE). The study is part of a doctoral research conducted with the FAPESP support. The results from the graphical and textual analysis indicate that the flows originate from the settings of the building, they depend on cultural factors and on the healthcare system of each country; for verticalysed buildings, healthcare activities with lower patient turnover should be allocated on higher floors and the central location of the healthcare team allows immediate decisions about the patient. The results also point out main unwanted intersections, positive intersections, the importance of flexibility and wayfinding ability in expediting the healthcare service.

***Keywords**: Contemporary complex hospital. Operative flows. Post-Occupancy Evaluation.*

[1] THOMAZONI, A. D. L.; ORNSTEIN, S. O.. Avaliação Pós-Ocupação em hospitais complexos. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**...São Paulo: ENTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

No cenário da modernização do edifício hospitalar, as edificações tendem a perder sua função original rapidamente e as novas tecnologias os tornam obsoletos. O estudo dos fluxos de usuários, materiais, cadáveres e equipamentos frente às sucessivas readequações espaciais do edifício hospitalar a que são submetidos contribui para preservar o conceito de humanização e eleger os processos de projeto arquitetônico mais adequados com vistas a promover a diminuição de casos de contaminação por cruzamento de fluxos indesejados; atender melhor às expectativas dos usuários e gerar qualidade e segurança de atendimento.

Para a compreensão da arquitetura de hospitais contemporâneos complexos por meio da APO quanto aos fluxos operantes no edifício hospitalar de usuários, material, equipamentos e cadáveres, foi realizada a análise de quatro *benchmarks* e a avaliação do estudo de caso central da pesquisa de doutorado em andamento, subsidiados pela análise da literatura existente, por entrevistas realizadas junto a especialistas sobre o tema e pelo estudo dos principais requisitos legislativos e normativos no que concerne à sua funcionalidade e aos seus fluxos. Das limitações para a realização da pesquisa, observa-se a escassa literatura sobre os fluxos em edifícios complexos no país e no mundo. No Brasil, os fluxos são estudados conceitualmente, encontrados em eventos, congressos e publicações em revistas especializadas, mas isentos de mapeamentos e desenhos, instrumentos fundamentais de visualização e conclusões próprios dos arquitetos. Segundo Kowaltowski, et. al., 2006, "a falta de informações visuais precisas pode ser apontada como uma das causas principais do descompasso da aplicação de descobertas técnicas aos novos projetos". Com vistas a fomentar a compreensão da ocorrência dos diversos fluxos operantes no ambiente hospitalar, a criação do instrumento gráfico de fluxos e sua aplicação estiveram presentes nas análises e na avaliação dos *benchmarks* apresentados neste artigo.

Os métodos e técnicas aplicados e selecionados consideraram as limitações da coleta de dados em edifício da saúde, a sistematização e a análise dos dados, a disponibilidade dos recursos financeiros e humanos e o acesso às informações. Foram aplicados os instrumentos mais adequados a partir do arcabouço teórico e metodológico utilizados em pesquisas na área de APO.

2 OS *BENCHMARKS*, ESTUDOS DE CASO

São apresentados cinco *benchmarks*, hospitais contemporâneos complexos, sendo dois estudos de caso internacionais e três estudos de caso nacionais (ver Quadro 1). Foram considerados *benchmarks*, os edifícios hospitalares contemporâneos com até dez anos de funcionamento ou ainda em projeto, com capacidade acima de duzentos leitos, hospitais gerais ou especializados em oncologia, com área total acima de 45000 m² e verticalizados. Para os estudos de caso brasileiros, além das características especificadas, foram considerados *benchmarks* aqueles que seguem os princípios da Política Nacional de Humanização da Atenção e da Gestão à

Saúde proposta pelo Governo Federal, conforme o SUS (BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE DO MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2001).

Quadro 1: Síntese dos benchmarks.

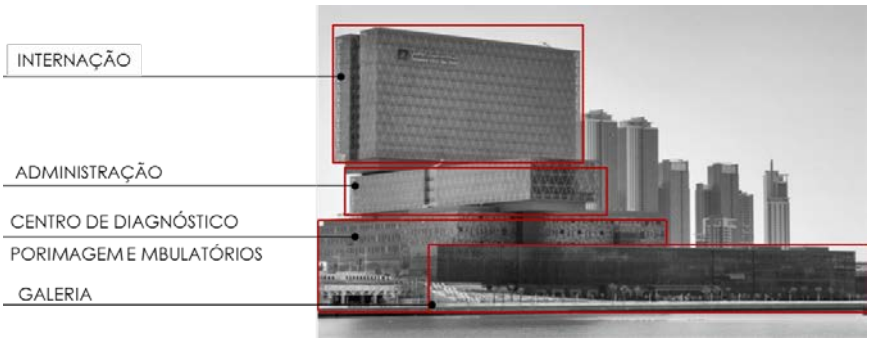
Estudos de caso/ Tópicos analisados	**Benchmarks internacionais**		**Benchmarks nacionais**		
	HOSPITAL A	**HOSPITAL B**	**HOSPITAL C**	**HOSPITAL D**	**ICESP**
Nacionalidade	Abu Dhabi, Emirados Árabes	Beijing, China	Rio de Janeiro, Brasil	São Paulo, Brasil	São Paulo, Brasil
Tipo de estabelecimento	Hospital geral	Hospital geral	Hospital especializado em câncer	Hospital especializado em câncer	Hospital especializado em câncer
Inauguração	2015	2007	a ocorrer	a ocorrer	2008
Área total construída	417450 m²	49450 m²	149000 m²	41550 m²	82483,36 m²
Tipologia	04 blocos interligados no sentido vertical	02 blocos interligados no sentido vertical	03 blocos interligados no sentido horizontal	Monobloco	03 torres interligadas no sentido horizontal
N° de pavimentos	21+ subsolos	16+ térreo+ 4 subsolos	12+ térreo+ 3 subsolos	11+ térreo+ 4 susolos	23+ térreo+ 4 subsolos
N° de leitos	364	1000	438	202	440
N° de acessos ao exterior	3	5	9	3	5

Fonte: acervo da pesquisadora.

A escolha de edifícios hospitalares verticais é explicitada pela sua problemática quanto à complexidade dos seus fluxos. A exiguidade de amplos terrenos em áreas urbanas, em geral adensadas, faz da verticalização a solução de otimização do espaço assistencial, enquanto que sua expansão horizontal é restrita. Normalmente implantados em terrenos compactos, o número de acessos ao edifício é reduzido, limitando a distinção dos seus fluxos com o meio externo. Ademais, é a propriedade de flexibilização do edifício que faz com que as ampliações de suas unidades funcionais ocorram em detrimento umas das outras. No partido vertical, é principalmente a eficiência dos sistemas de transporte vertical que garante o pronto atendimento assistencial. A tipologia vertical norteia a setorização do edifício hospitalar por meio da superposição das suas unidades funcionais, não mais pela proximidade entre elas, mas obedecendo a organização funcional onde as atividades de menor rotatividade de usuários são dispostas nos pavimentos mais elevados.

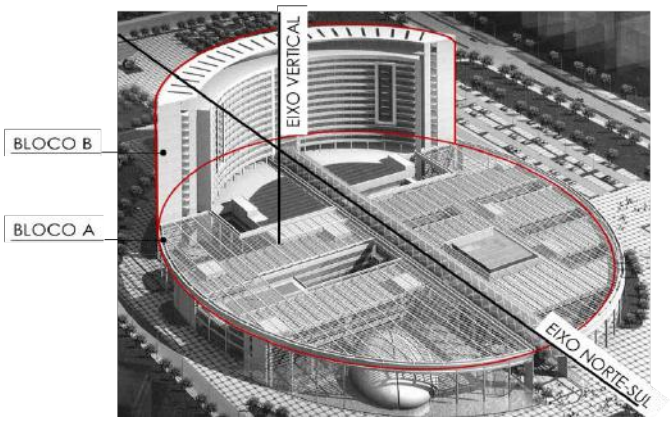
Os estudos de caso internacionais analisados e apresentados são o Hospital A (ver Figura 1) e o Hospital B, (ver Figura 2), sendo que ambos possuem um sistema de blocos superpostos verticalmente.

Figura 1 – Hospital A



Fonte: adaptado de Archdaily (2015) pelas autoras.

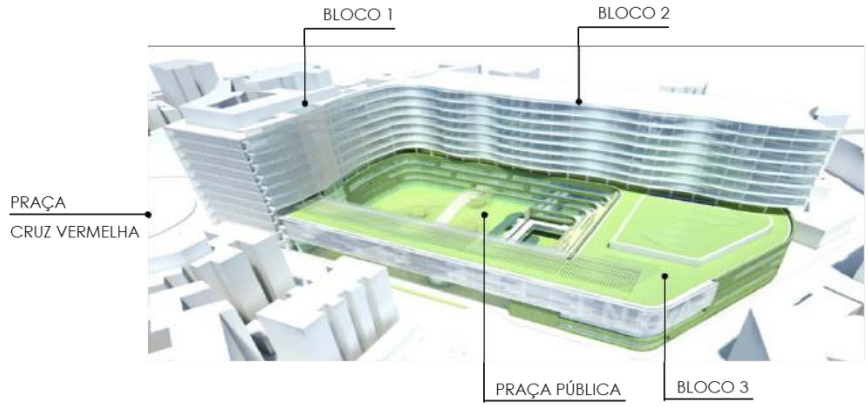
Figura 2 – Hospital B



Fonte: adaptado de Verderber (2012) pelas autoras.

Os estudos de caso nacionais são o Hospital C (ver Figura 3) e a nova torre do Hospital D (ver Figura 4). Além deles, para o *benchmark* Instituto do Câncer do Estado de São Paulo Octavio Frias de Oliveira – Icesp, estudo de caso central da pesquisa, foi realizada a APO com a aplicação de alguns de seus instrumentos (ver Figura 5).

Figura 3 – Hospital C



Fonte: Projeto Hospitais Saudáveis, 2015.

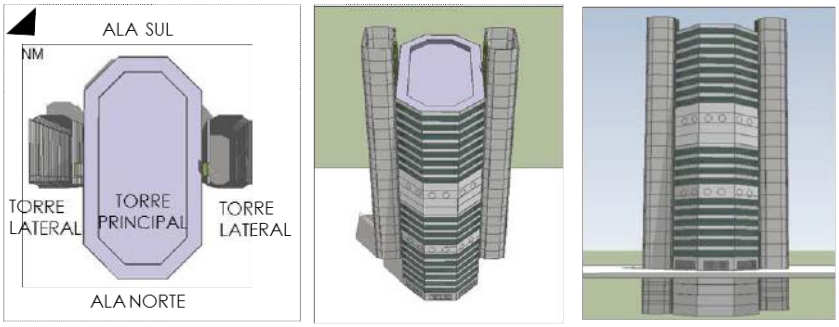
Figura 4 – Hospital D



NOVA TORRE- VISTA FRONTAL NOVA TORRE- VISTA LATERAL

Fonte: acervo da Leitner Arquitetura Ltda.

Figura 5 – Icesp



Fonte: adaptado do acervo do Icesp pelas autoras.

Os estudos de caso nacionais são especializados no combate e no tratamento ao câncer. O edifício em análise do Hospital D é de tipologia vertical em monobloco, enquanto que o Hospital C e o Icesp possuem um sistema de blocos verticais interligados horizontalmente.

3 OS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS APLICADOS

Foram realizadas oito entrevistas, no Brasil, com especialistas de formação interdisciplinar e com arquitetos especialistas em arquitetura hospitalar, conforme Quadro 2:

Quadro 2 – Entrevistas.

Especialistas	Formação	Atuação	Entrevistas	
			Qttde	Tipo
Correlacionados ao tema	Engenheiro de Instalações	profissional atuante na área da saúde	1	não estruturada
	Arquiteto	acadêmico e profissional atuante	1	estruturada
	Arquiteta e psicóloga	acadêmica	1	estruturada
	Arquiteta e pós-graduada em psicologia	profissional atuante na área da saúde	1	estruturada
Arquitetos especialistas em Arquitetura Hospitalar	Arquiteto	profissional atuante na área da saúde	2	semi-estruturada
	Arquiteto	profissional atuante na área da saúde	2	estruturada

Fonte: Acervo da pesquisadora.

O roteiro foi elaborado contendo dez perguntas sob cinco aspectos distintos: (1) Da integração dos fluxos externos ao hospital com seus fluxos internos; (2) Se o estudo prévio dos fluxos pode contribuir para a elaboração de projetos hospitalares melhores e nas alterações e ampliações do edifício; (3) Das intersecções de fluxos indesejáveis e desejáveis e das ocupações espontâneas; (4) Da setorização física; (5) Da APO na rotina dos escritórios de arquitetura hospitalar e sobre a contribuição da interdisciplinaridade para novos projetos hospitalares.

Para o estudo de caso, no período de quatro meses, em 2014, foram aplicados os instrumentos e técnicas de APO: levantamento do histórico de ocupação; estudo da setorização por unidade funcional, conforme a

ANVISA RDC 50 (2002); estudo dos projetos de arquitetura; visitas de reconhecimento; vistorias técnicas/*walkthrough* e *wayfinding*; aplicação de *checklist*; registros visuais; 15 entrevistas semiestruturadas com pessoas-chave; observação dos fluxos de usuários, equipamentos, material e cadáveres.

O reforço de *wayfinding*, com contribuições para o pronto atendimento assistencial permite a localização, a orientação, a escolha da rota, a sua observação e o reconhecimento do destino do usuário. Conforme o Instituto de Tecnologia de Massachusetts – MIT, são três os critérios de projeto para *wayfinding* que determinam a navegabilidade de um espaço: se o usuário pode descobrir ou inferir a sua atual localização; se uma rota para o destino pode ser encontrada; e se, o usuário pode acumular experiência *wayfinding* no espaço.

A pesquisa envolveu vinte e um usuários do ICESP. As entrevistas semiestruturadas com pessoas-chave abordaram o ponto de vista dos pacientes oncológicos, uma vez que não foi possível o seu contato direto. Os fluxos foram estudados segundo seu sentido e suas quatro categorias: usuários, material, equipamentos e cadáveres. Foram mapeadas quatorze subcategorias de fluxos (ver Figura 6), as linhas contínuas representando os fluxos de sentido único, indicado por seta, e as linhas pontilhadas representando os fluxos que ocorrem nos dois sentidos.

Figura 6: Processamento dos fluxos.

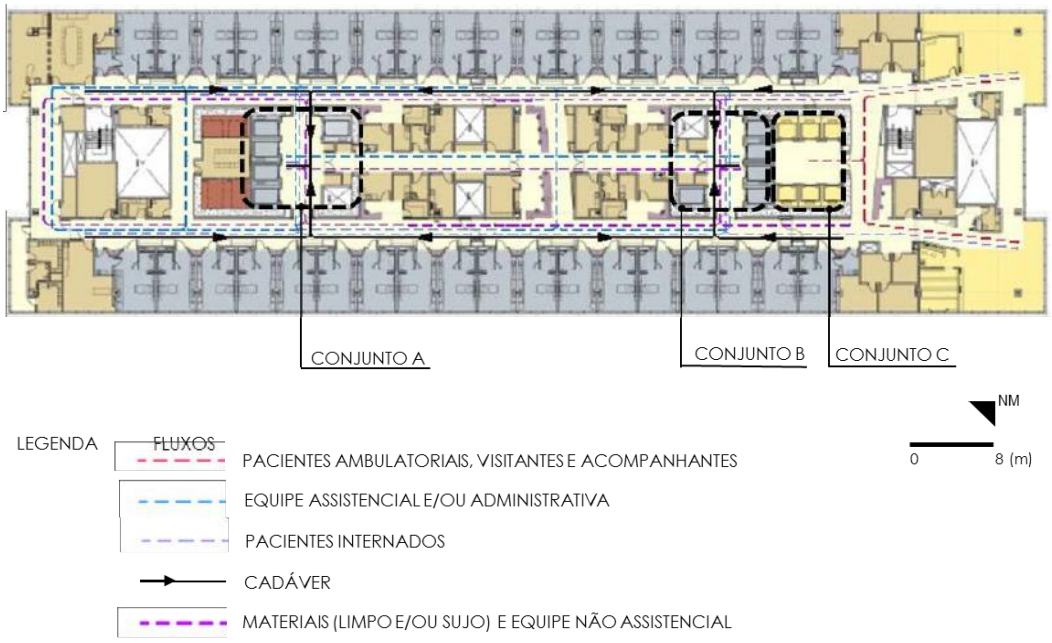
USUÁRIOS	COLABORADOR ASSISTENCIAL
	COLABORADOR NÃO ASSISTENCIAL
	PACIENTES AMBULATORIAIS
	PACIENTES INTERNADOS
	ACOMPANHANTES
	VISITANTES
MATERIAIS	FARMÁCIA-SATÉLITE
	ROUPA LIMPA
	COPA, NUTRIÇÃO
	EXPURGO, ROUPA SUJA
	RESÍDUOS
CADÁVERES	CADÁVERES
EQUIPAMENTOS	EQUIPAMENTOS, TERCEIROS E MATERIAIS DE TERCEIROS
	GRANDES EQUIPAMENTOS

Fonte: Acervo da pesquisadora.

Para o Hospital A (ver Figura 7), considerando-se que a maior diversidade dos fluxos operantes ocorre no pavimento térreo, o edifício tem poucos acessos, permitindo maior controle da movimentação de usuários, materiais, equipamentos e cadáveres. O projeto prevê a ampliação do número de leitos de internação para o bloco administrativo, projetado com a mesma modulação da torre de Internação e que a longo prazo, pode estar implantado fora do edifício assistencial. Ainda que a flexibilização fique restrita por ser projetado em blocos dispostos verticalmente, esse agrupamento gera eficiência no atendimento e *wayfinding* óbvio para os usuários na medida em que se interligam internamente. A galeria é um

diferencial no conjunto, destinada a acomodar os parentes e acompanhantes dos pacientes internos, decorrência das diferenças culturais entre o Oriente e Ocidente.

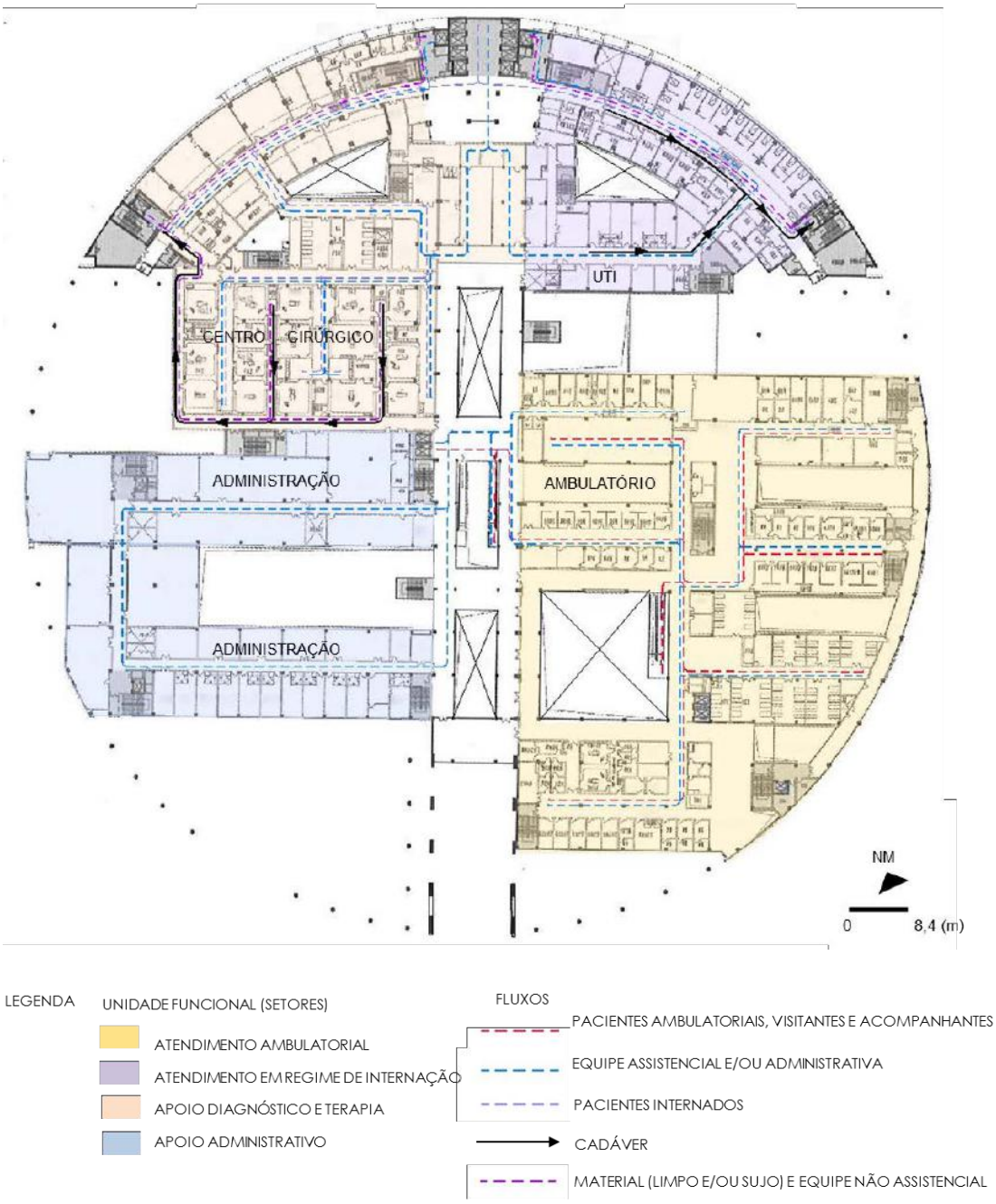
Figura 7 – Hospital A- Internação.



Fonte: adaptado de Archdaily (2015) pelas autoras.

A análise do estudo de caso Hospital B permitiu considerar que, sobre o partido arquitetônico, na base cilíndrica, o eixo Norte-Sul estabelece sua circulação principal. A disposição dos setores com relação ao eixo da base cilíndrica em conjunto com a volumetria do edifício favorecem a capacidade de *wayfinding* no interior do edifício. O edifício apresenta vários acessos. Como se observa no setor de Centro Cirúrgico – CC deste hospital, há separação em corredor de material limpo e de material sujo, o mesmo ocorrendo para o setor de Internação. Tal conceito não é mais usual em projetos contemporâneos complexos ocidentais (Ministério da Saúde, 1995), a exemplo dos estudos referenciais apresentados. Observa-se que dispondo a Unidade de Terapia Intensiva – UTI e o CC dos mesmos vestiários de barreira, o rigor deste hospital com relação à UTI é bastante diferente dos estudos de caso brasileiros, já que aqui, a UTI não pressupõe vestiário de barreira para acesso (ver Figura 8).

Figura 8 – Hospital B- 3° nível.



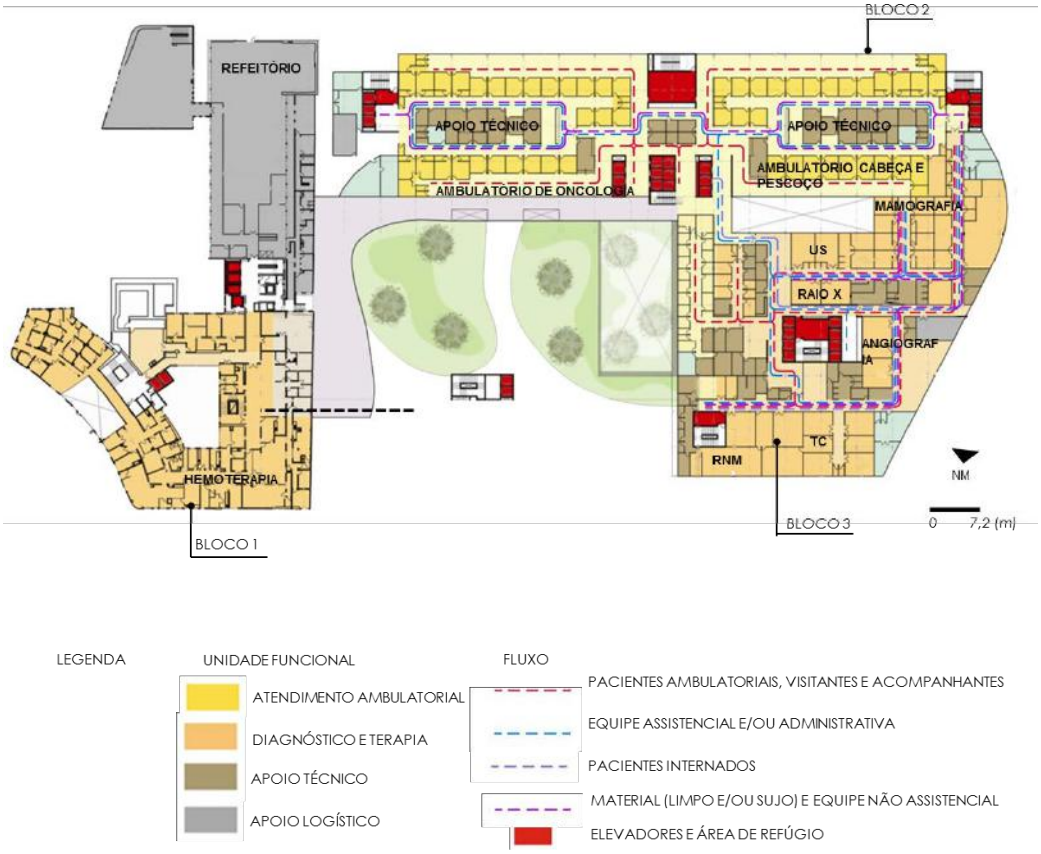
Fonte: traduzido e adaptado de Verderber (2012) pelas autoras.

Das considerações sobre o Hospital C, o antigo edifício sede abriga funções não assistenciais (administrativa, de ensino e pesquisa), enquanto que as inovações médicas e tecnológicas aplicadas ao edifício da saúde e que permitem a redução dos deslocamentos físicos e ganho de tempo no atendimento, estão centradas nas novas construções. Considerando-se que a maior diversidade dos fluxos operantes ocorre nos pavimentos que se comunicam com o entorno e, no caso do Hospital C no pavimento térreo, quanto maior a distinção de seus fluxos e de acessos correspondentes, menor a probabilidade de ocorrência de cruzamentos indesejados,

reforçado ainda pelo fato de ser acessível pelas quatro ruas que o circundam. Contudo, conforme ANVISA p. 99, deve-se haver preocupação de se restringir ao máximo, os números desses acessos, com o objetivo de se conseguir um maior controle da movimentação no EAS, evitando-se o tráfego indesejado em áreas restritas, o cruzamento desnecessário de pessoas e serviços diferenciados.

No que concerne aos fluxos verticais operantes no edifício, cada bloco possui sua estrutura de elevadores e escadas. É possível ao usuário acessar cada bloco no pavimento em que se encontra, sem necessidade de descer ao térreo ou subsolos para encaminhar-se a outro bloco. Ademais, nos dois blocos assistenciais (blocos 2 e 3), cada *core* centralizado permite o rápido acesso tanto de pacientes e acompanhantes como das equipes assistenciais; já as equipes de serviço se utilizam de elevadores situados em suas extremidades (ver Figura 9).

Figura 9: Hospital C- 2º pavimento



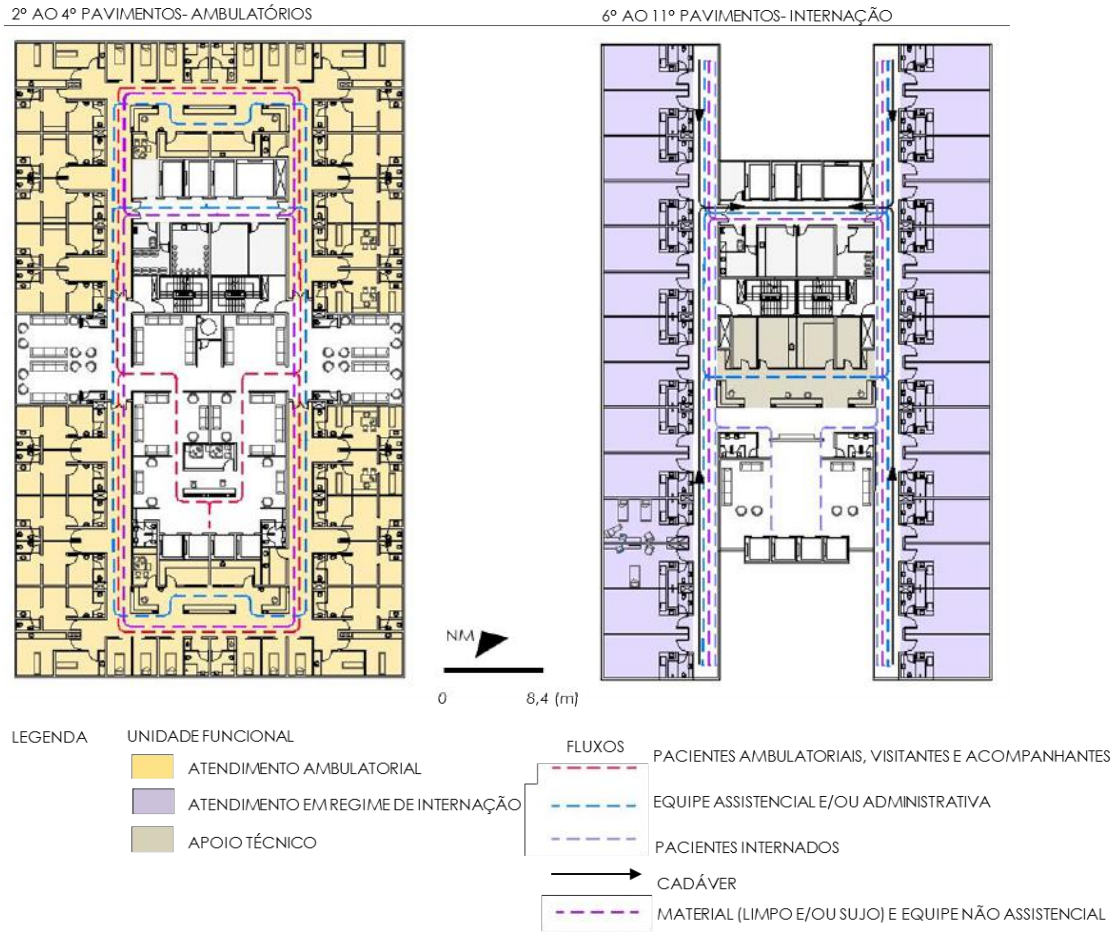
Fonte: Projeto Hospitais Saudáveis (2015).

Apropriadamente os pavimentos superiores contemplam a Internação, de baixa rotatividade, enquanto que os ambulatórios, de alta rotatividade, estão nos pavimentos mais baixos. Também o Pronto Atendimento – PA localizado no térreo é conveniente na medida em que promove o atendimento imediato do paciente que chega para o atendimento emergencial. Observa-se que o Hospital C tem o bloco 3 designado prioritariamente para pacientes externos e o bloco 2 possui pavimentos

assistenciais de pacientes internos e ambulatoriais (externos). O deslocamento de cadáveres ocorre nos elevadores utilizados para o transporte de materiais e equipe não assistencial. A facilidade de circulação dentro do campus se faz na medida em que, os três blocos são interligados em todos os seus pavimentos. Ademais, a praça central é aberta à população e permite aos pedestres atravessar o quarteirão, integrando também o Instituto às vias públicas e assegurando assim, o fluxo da população no entorno.

Sobre as considerações quanto aos aspectos funcionais e de fluxos do projeto do Hospital D, é comum aos pacientes com câncer serem pacientes cirúrgicos e, por esse motivo, retornam à unidade ambulatorial diversas vezes. Além das consultas, são realizados cuidados curativos o que aponta arranjos diferenciados de salas na unidade funcional em Regime Ambulatorial e de Hospital-Dia. Diferentemente do Hospital C e seguindo a tendência dos centros ambulatoriais americanos, o arranjo com múltiplas possibilidades de leiaute permite o atendimento assistencial focado nas necessidades dos pacientes de acordo com o estágio do seu tratamento (ver Figura 10).

Figura 10 – Hospital D- 2° ao 11° pavimentos.

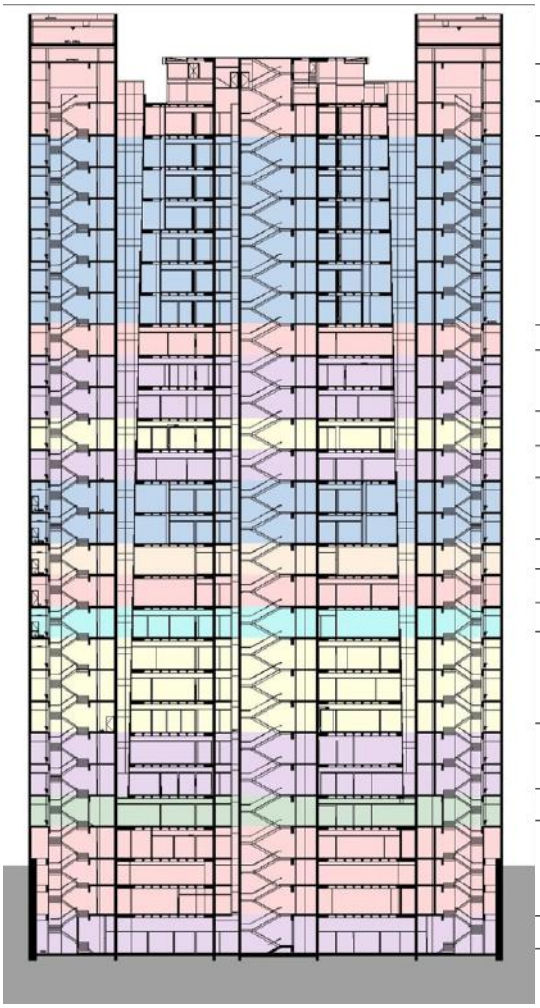


Fonte: adaptado do acervo da Leitner Arquitetura Ltda.

A análise do corte permitiu observar que convenientemente a unidade de Internação se localiza nos pavimentos superiores, a unidade ambulatorial localiza-se nos pavimentos mais baixos e os pavimentos de serviço encontram-se nos subsolos. Os pavimentos tem uma função predominante a ele associada, o que faz com que os fluxos estejam claramente definidos e reduzindo os cruzamentos indesejados.

Sobre as considerações quanto aos aspectos funcionais e de fluxos do Icesp a partir dos resultados da aplicação da APO, identificou-se que o histórico de ocupação implicou a setorização do edifício, e consequentemente o estabelecimento dos fluxos ali operantes. Dos aspectos restritivos, elencam-se sobretudo, a insuficiência de estacionamento de veículos no edifício ou em suas imediações, a falta de área de embarque e desembarque e o decorrente congestionamento de veículos na entrada e na saída do recuo frontal, com repercussões na segurança dos usuários. O coeficiente de aproveitamento, superado em mais que o dobro do permitido pela lei de zoneamento, implicou o excessivo adensamento de usuários no pavimento térreo, com superlotação das recepções em momentos de pico, filas de acesso aos elevadores das torres laterais e congestionamentos nas circulações, com decorrentes cruzamentos indesejados de usuários, sobretudo pacientes, acompanhantes e visitantes. Dos aspectos acertados desde a sua concepção inicial, identifica-se a locação das atividades assistenciais de maior permanência de pacientes em pavimentos mais elevados e as atividades assistenciais de baixa permanência, em pavimentos mais baixos, como o PA, os ambulatórios e o setor de imagem (ver Figura 11).

Figura 11 – Setorização segundo as 8 unidades funcionais.



	HELIPONTO
23° PAV.	DISPONÍVEL
22° PAV.	INTERNAÇÃO
21° PAV.	INTERNAÇÃO
20° PAV.	INTERNAÇÃO
19° PAV.	INTERNAÇÃO
18° PAV.	INTERNAÇÃO
17° PAV.	INTERNAÇÃO
16° PAV.	INTERNAÇÃO
15° PAV.	TI
14° PAV.	CENTRO CIRÚRGICO
13° PAV.	CENTRO CIRÚRGICO
12° PAV.	PESQUISA CLÍNICA / HOSPITAL-DIA
11° PAV.	QUIMIOTERAPIA
10° PAV.	UTI
9° PAV.	UTI
8° PAV.	LABORATÓRIOS
7° PAV.	APOIO LOGÍSTICO / ADMINISTRATIVO
6° PAV.	ADMINISTRATIVO
5° PAV.	AMBULATÓRIO
4° PAV.	AMBULATÓRIO
3° PAV.	AMBULATÓRIO
2° PAV.	ENDOSCOPIA / MAMOGRAFIA / MÉTODOS GRÁFICOS
1° PAV.	TOMOGRAFIA / RAIO X
TÉRREO	C.A.I.O
1° SUBSOLO	NUTRIÇÃO / ARQUIVOS / VESTIÁRIO
2° SUBSOLO	RECEBIMENTO / FARMÁCIA / ALMOXARIFADO
3° SUBSOLO	SAÍDA ROUPA SUJA / LIXO / INFRA-ESTRUTURA PREDIAL
4° SUBSOLO	RADIOTERAPIA / RNM / MEDICINA NUCLEAR

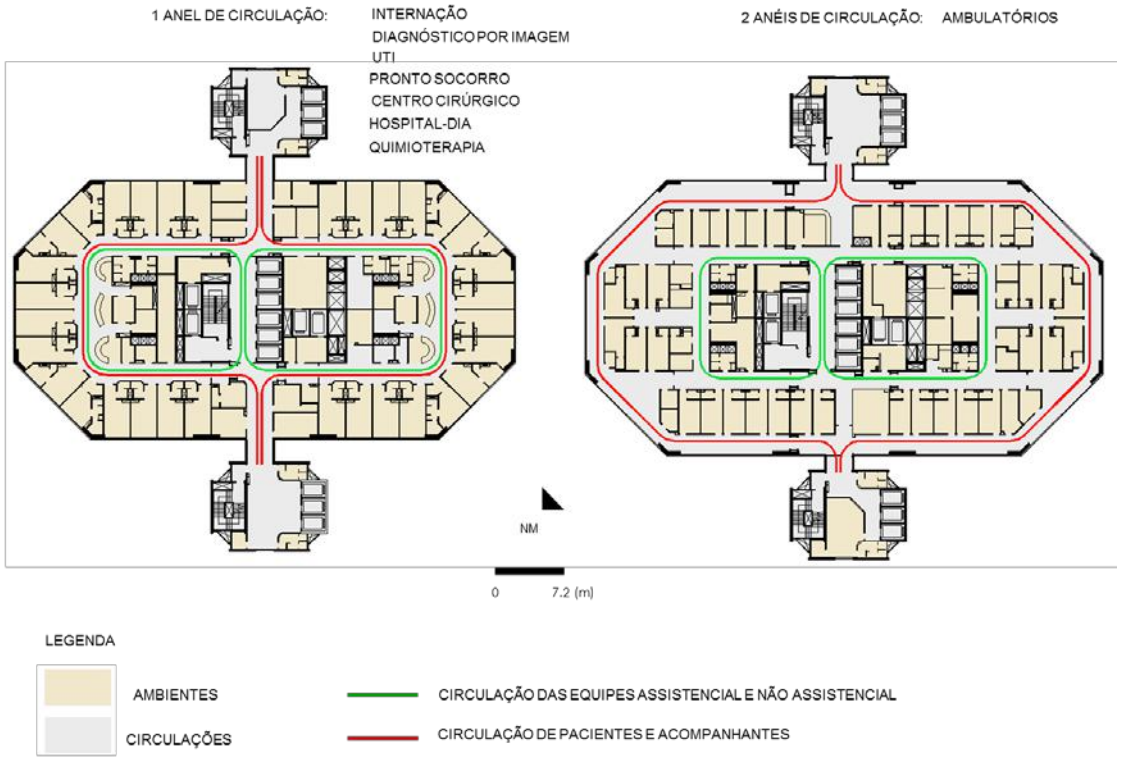
LEGENDA

- ATENDIMENTO EM REGIME AMBUATORIAL E DE HOSPITAL- DIA
- ATENDIMENTO IMEDIATO
- ATENDIMENTO EM REGIME DE INTERNAÇÃO
- APOIO DIAGNÓSTICO E TERAPÊUTICO
- APOIO TÉCNICO
- ENSINO E PESQUISA
- APOIO ADMINISTRATIVO
- APOIO LOGÍSTICO

Fonte: Acervo do Icesp – (adaptado pelas autoras).

A constituição do edifício por torres interligadas evidencia a desintegração entre elas, o que em planta, limita a sua flexibilização (ver Figura 12). A partir das entrevistas realizadas, os profissionais relacionados ao atendimento assistencial foram unânimes ao considerarem acertada a localização centralizada da assistência ao paciente, pois permite sua interação imediata para a tomada de decisões acerca do paciente, enquanto que a estes e seus acompanhantes, fica designada a realização dos percursos periféricos.

Figura 12 – *core* e fluxo de usuários em planta.



Fonte: Acervo do Icesp – (adaptado pelas autoras).

Os aspectos identificados determinantes dos fluxos operantes no Icesp por meio da aplicação dos instrumentos de APO funcional descritos no item 3, em conjunto com as informações visuais de fluxos estabelecidas em plantas por pavimento fundamentam os conceitos de humanização na arquitetura hospitalar e podem contribuir de forma decisiva para melhorar a qualidade de vida dentro do Icesp e em última instância, serem aplicados em estudos de casos similares.

4 CONCLUSÕES

Por serem *benchmarks*, os edifícios estudos de caso têm, a princípio, incorporados os conceitos básicos de humanização e, portanto trazem em seu seio, a busca e o cerco pela excelência. Em consequência, as questões que tangem a eficácia dos seus fluxos sob o ponto de vista da arquitetura são sempre perseguidas. A partir da análise e avaliação gráfica e textual, os resultados sobre os fluxos e sobre os aspectos funcionais dos *benchmarks* indicam a predominância dos aspectos a seguir apresentados.

Os fluxos se originam da setorização, dependem do sistema de saúde de cada país e de fatores culturais. Como exemplo de condicionante dos fluxos a partir do sistema de saúde é possível citar, por meio da análise gráfica, o leiaute diferenciado com a presença de vestiários de barreiras em UTIs e de corredores sujo e limpo no Centro Cirúrgico – CC no Hospital B. Fatores culturais também são condicionantes dos seus fluxos, como a implantação

de hotel para acompanhantes interligado ao complexo hospitalar (Hospital A). Cite-se também o percurso de cadáveres, podendo ocorrer pelas rotas de serviço (Hospital C) ou de assistência à saúde (Icesp), com desdobramentos sobre o leiaute do edifício.

É recorrente na literatura, a pressuposição dos menores deslocamentos de pacientes no ambiente hospitalar. No partido arquitetônico verticalizado, para todos os *benchmarks* apresentados, de tipologia vertical, sob a ótica dos fluxos, essa premissa é válida em planta enquanto que, na direção vertical, a setorização é realizada conforme a movimentação de usuários pacientes em cada unidade funcional, isto é, encontram-se em pavimentos inferiores aquelas que possuem maior movimentação de pacientes.

A localização do corpo assistencial centralizada em planta permite a tomada imediata de decisões acerca do paciente e, para todos os *benchmarks*, a premissa é válida nos pavimentos de Internação. Além disso, o Hospital C apresenta o corpo assistencial centralizado por bloco e não por pavimento e o Hospital B apresenta o corpo assistencial centralizado por unidade funcional, não necessariamente por pavimento.

Dentre os problemas de intersecções indesejadas, os principais são os que envolvem riscos de contaminação e os congestionamentos decorrentes da superutilização da capacidade física. O maior número de acessos ao edifício permite melhor distinção de seus fluxos naquele pavimento que se comunica com o exterior e menor o controle da movimentação interna de seus usuários.

Dentre as intersecções positivas, elencam-se as que não oferecem risco de contaminação, promovem a privacidade e a socialização, reduzem percursos, facilitam as atividades e os deslocamentos, asseguram a legibilidade, atribuem ao edifício a característica da flexibilidade e a capacidade de *wayfinding*.

Quanto ao transporte vertical por elevadores, o uso exclusivo dos elevadores no atendimento a funções específicas elimina a possibilidade de flexibilização, sendo identificados nos *benchmarks*, a implantação de três grupos de elevadores principais destinados respectivamente: às equipes assistenciais (médicos, enfermeiros, nutricionistas, etc.), pacientes internados e equipe administrativa; aos pacientes externos e visitantes; e aos elevadores de serviço. Os edifícios em monobloco como o Hospital D apresentam maior flexibilidade de leiaute enquanto que aqueles que se apresentam em blocos superpostos ou interligados horizontalmente apresentam menor flexibilidade.

Dentre os *benchmarks* apresentados, a capacidade de *wayfinding* se fez presente notadamente no Hospital A e no Hospital B, por meio do preestabelecimento de eixos verticais de interligação dos blocos de unidades funcionais.

Para Thomazoni, Ornstein (2015), são irrefutáveis os benefícios advindos das recentes e novas tecnologias com implicações sobre os fluxos pré-estabelecidos no edifício hospitalar. A implantação do sistema de correio

pneumático altera e alivia sistematicamente o fluxo de materiais no seu interior permitindo a otimização de sua logística interna. Os avanços da Tecnologia da Informação – TI e da Tecnologia da Informação e Comunicação em Saúde – TICS permitem o mapeamento digital dos processos que são realizados no edifício, favorecendo, cada vez mais, o controle estrito dos fluxos acertados no seu interior. O uso inteligente dos sistemas de transporte vertical para elevadores, direcionando o passageiro ao elevador que lhe atende mais rápido reduz o tempo de espera e o número de paradas enquanto que as esteiras virtuais ampliam a capacidade de *wayfinding* dos usuários.

A partir dos aspectos supracitados decorrentes da análise e da aplicação dos recursos de APO, é possível fomentar a compreensão da ocorrência dos diversos fluxos operantes no ambiente hospitalar por meio da criação de instrumento gráfico. Em decorrência, o estudo dos fluxos pode subsidiar novos programas de necessidades de projeto de arquitetura e readequações de edifícios hospitalares pré-existentes, contribuindo para atenuar a lacuna no âmbito do processo de projeto, sobre o tema e tornando a arquitetura hospitalar mais eficaz e mais amigável com seus usuários.

AGRADECIMENTOS

Especiais agradecimentos à instituição de apoio por meio do processo 2013/20934 - FAPESP, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, que concedeu bolsa para a realização da pesquisa de doutorado e à equipe que atua no estudo de caso ICESP pelas contribuições sobre o tema.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **Resolução – RDC nº 50**. Dispõe sobre o regulamento técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Ministério da Saúde, 2002.

BIBLIOTECA VIRTUAL EM SAÚDE DO MINISTÉRIO DA SAÚDE. Disponível em: <http:// bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/humanizasus_2004.pdf./>. Acesso em 05 mar. 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Assistência à Saúde. Série: **Saúde & Tecnologia – Textos de Apoio à Programação Física dos Estabelecimentos Assistenciais de Saúde** – Arquitetura na prevenção de infecção hospitalar. Brasília, 1995, p. 77.

CLEVELAND CLINIC ABU DHABI, 2015. Disponível em: <https://www.clevelandclinicabudhabi.ae/>. Acesso em 05 ago. 2015.
INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE MASSACHUSETTS, 2016. Disponível em: <http://www.ai.mit.edu/projects/infoarch/publications/mfoltz-thesis/node8.html>. Acesso em 04 jan. 2016.

INSTITUTO DO CÂNCER DO ESTADO DE SÃO PAULO, FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2014. Disponível em: <http://www.icesp.org.br/Institucional//O-Instituto//Unidades-Operacionais/>. Acesso em 29 mai. 2014.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER JOSÉ ALENCAR GOMES DA SILVA, 2015. Disponível em: <http://www.inca.gov.br/>. Acesso em 05 ago. 2015.

JORDANA, Sebastian. Projects In Progress Clinic Abu DhabiHealthcare ArchitectureUnited Arab Emirates. Architect:HDR Architecture ARCHDAILY. nov. 2012. Disponível em: <http://www.archdaily.com/292167/in-progress-cleveland-clinic-abu-dhabi-hdr-architecture/509d5589b3fc4b56c10001ed_-cleveland-clinic-abu-dhabi-hdr_ccad_site-png/>. Acesso em 28 mai. 2015 e <http://www.bsuh.nhs.uk/hospitals/our-hospitals/royal-alexandra-childrens-hospital/>. Acesso em 27 mai. 2015.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K. et. al. Reflexão sobre metodologias de projeto arquitetônico. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, Editora Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 6, n. 2, abr./jun., 2006.

PROJETO HOSPITAIS SAUDÁVEIS. III Seminário Hospitais Saudáveis – SHS 2010. Soluções sustentáveis de Engenharia e Arquitetura: Exemplos de novos edifícios hospitalares no Brasil. Disponível em: <http://www.hospitaissaudaveis.org/pdf/2A%20Raymond%20L.%20H.%20Khoe.pdf>. Acesso em 03 dez. 2015.

THOMAZONI, A. D. L.; ORNSTEIN, S. O.. O estudo dos fluxos em hospitais complexos: a Avaliação Pós-Ocupação (APO) aplicada a um estudo de caso. **Anais** (CD-ROM). In: VII Seminário Projetar. Programa de Pós Graduação em Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. Natal, 2015.

VERDERBER, S.. **Innovations in hospital architecture**. Routeledge. Taylor & Francis Group, p.320-327, 2012.

ZHANGJIAGANG FIRST PEOPLE´S HOSPITAL, 2015. Disponível em: <http://www.natureindex.com>. Acesso em 05 ago. 2015.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

PROJETO DE SAÍDAS DE EMERGÊNCIA: ESTAMOS CONSIDERANDO AS CRIANÇAS?[1]

ONO, Rosaria (1); VALENTIM, Marcos Vargas (2)

(1) FAUUSP, e-mail: rosaria@usp.br; (2) FAUUSP, e-mail: valentimarq@gmail.com

RESUMO

Crianças são identificadas como pertencentes a um grupo de alto risco com relação ao incêndio, devido a suas habilidades limitadas para compreender os perigos intrínsecos do fogo e, também, por serem tipicamente dependentes, física e psicologicamente, de outras pessoas, o que então as torna mais vulneráveis em situações de emergência. Este trabalho faz parte de uma tese de doutorado em andamento, sobre o comportamento de crianças em edificações escolares em situação de incêndio, e tem por objetivo apresentar uma discussão teórica centrada no tema "saídas de emergência em edificações" com foco nessa população. Constatou-se, na pesquisa em desenvolvimento, que estudos relativos ao comportamento de crianças em situação de incêndios são incipientes e que as normas e regulamentações brasileiras correlatas só consideram, para o projeto de dimensionamento de saídas, as características de uma população homogênea de adultos em perfeitas condições físicas e mentais.

Palavras-chave: Saídas de emergência. Segurança contra incêndio. Crianças. Edifício escolar.

ABSTRACT

Children are identified as a population vulnerable to fire, due to their limited abilities to understanding the inherent risk and due also to their physical and psychological dependency to other people in emergency situations. This article is based on a doctoral thesis research in progress, about the children behavior in school building during fire situations and it aims to presenting a theoretical discussion centered on the fire exits, focusing this specific population. It was concluded that research on children behavior in fire situation are incipient and that the related fire regulations and standards only considers, in the fire exit design, the characteristics of a fully capable population, both, physically and mentally.

***Keywords**: Emergency exits. Firesafety. Children. School building.*

1 INTRODUÇÃO

As regulamentações e normas vigentes que abordam as saídas de emergência (ABNT, 2001); (São Paulo, 1992); (São Paulo, 2011) consideram que a população dos edifícios é homogênea, isto é, de adultos em pleno vigor físico, desconsiderando as particularidades das populações vulneráveis, ou seja: crianças, pessoas com deficiência, mobilidade reduzida e idosos. Sendo assim, as saídas de emergência podem estar subdimensionadas e

[1] ONO, Rosaria; VALENTIM, Marcos Vargas. Projeto de saídas de emergência: estamos considerando as crianças?. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

diferentes níveis de segurança sendo oferecidos para esses grupos.

Neste trabalho apresenta-se uma parte da revisão bibliográfica da pesquisa de doutorado, abordando as questões relacionadas à criança, contemplando a definição do termo, caracterização desta faixa etária na população brasileira, as particularidades deste grupo quanto à vulnerabilidade de incêndio e os dados existentes sobre aspectos cinemáticos, já estudados em pesquisas anteriores. Com esse trabalho, pretende-se ampliar os conhecimentos acerca dessa população vulnerável a incêndios e no término da tese de doutorado, que se encontra em andamento, fornecer subsídios para o poder público quando da elaboração de regulamentos, para a sociedade quando da elaboração de normas e manuais de abandono/brigadas de incêndio/planos de abandono e, ainda, fomentar discussões acerca dos dados relativos ao movimento e comportamento de crianças no ambiente construído.

A pesquisa de doutorado consiste na coleta e análise de dados de velocidade e comportamento de crianças quando submetidas a situações de emergência em edifícios escolares. Os dados serão coletados em simulados de abandono em instituições de ensino da rede pública e privada na cidade de São Paulo.

Concluiu-se, neste trabalho, que apesar da relevância do tema, trata-se de uma área de estudo ainda em desenvolvimento, visto que são poucos os trabalhos publicados e que, portanto, confirma-se a pertinência do mesmo.

2 O QUE É SER CRIANÇA

Embora existam as definições legais sobre o que é ser criança, vários pesquisadores, tais como Maria Montessori, Sigmund Freud, Jean Piaget, estudaram as maneiras como elas evoluem desde a concepção até a adolescência. Todavia, não há um momento exato no qual a criança se torna um adolescente. Sendo assim, o conceito de períodos de desenvolvimento não segue princípios lógicos e é adotado para fins de discurso social (PAPALIA; OLDS; FELDMAN, 2009).

A teoria dos estágios cognitivos desenvolvida por Jean Piaget para explicar o desenvolvimento cognitivo humano comprova que os seres humanos vivenciam um processo evolutivo previsível e ordenado, mas com alterações em função da idiossincrasia de cada indivíduo. Piaget (1975 apud NAGAMINE, 2006, p. 16,17), identificou quatro estágios na evolução mental da criança, sendo esses: sensório-motor, pré-operatório, operatório concreto e o operatório formal.

Cada um desses estágios representa um momento com características específicas na vida de cada criança. Visto que existe um processo que é inerente à idade, atenção específica deve ser dada a cada grupo de crianças, tal como: a maneira de ensiná-las sobre os fenômenos do incêndio; sobre como devem se comportar, caso a alarme seja soado etc.

Somente no estágio operatório formal, desenvolvido entre os 12 e 15 anos, a

criança passa a engajar-se em raciocínios abstratos. As deduções lógicas podem ser feitas sem o apoio de objetos concretos. É nessa fase que ocorre o início da transição para a forma adulta de pensar, podendo assim raciocinar sobre ideias abstratas.

Crianças são identificadas como pertencentes a um grupo de alto risco com relação ao incêndio, devido a suas habilidades limitadas para compreender os perigos intrínsecos do fogo ou de gerenciá-lo, caso este saia do controle (SATYEN; BARNETT; SOSA, 2004). São, ainda, tipicamente dependentes, física e psicologicamente, de outras pessoas, o que as torna mais vulneráveis em situações de emergência, como os incêndios.

Fisiologicamente, as crianças são mais suscetíveis a ferimentos sérios e a morrer vítimas do incêndio. Os efeitos da exposição aos produtos tóxicos provenientes do incêndio são especialmente sérios nas crianças. Nos EUA, 33% das crianças mortas em incêndios com idade inferior a 15 anos foram vítimas de aspiração de fumaça e gases, enquanto que para idades acima de 15 anos esta porcentagem cai para 26% (FEMA, 2004).

Segundo Fruin (1987), crianças são especialmente vulneráveis a acidentes porque existem lacunas na linguagem, percepção, compreensão visual e auditiva. Muitos aspectos da percepção humana, tais como a visão periférica, percepção de profundidade, o julgamento de velocidade e direção e reconhecimento de sons são alcançados através da experiência, ainda não adquirida pelas crianças. Sendo assim, escapar de um incêndio por si só pode ser mais difícil para uma criança. No Brasil existem 45.932.294 crianças com até 14 anos de idade correspondendo, a 24% Da população total (IBGE, 2011), distribuídas da seguinte forma: 13.796.158 crianças de 0 à 4 anos, 14.969.375 crianças de 4 à 9 anos e 17.166.761 crianças de 10 à 14 anos.

A educação básica é o primeiro nível do ensino escolar e compreende três etapas: a educação infantil (para crianças de zero a cinco anos), o ensino fundamental (para alunos de 6 a 14 anos) e o ensino médio (para alunos de 15 a 17 anos) (BRASIL, 2013).

De acordo com o Estatuto da Criança e do Adolescente (BRASIL, 1990), "Artigo 2º - Considera-se criança, para os efeitos desta lei, a pessoa até doze anos de idade incompletos, e adolescente aquela entre doze e dezoito anos de idade".

Na pesquisa em andamento, considerou-se como objeto de estudo, crianças na faixa etária de 6 a 14 anos, que corresponde ao Ensino Fundamental, visto que crianças acima desta faixa etária iniciam a transição para a forma adulta de pensar.

2.1 Crianças e incêndio

Nos Estados Unidos, de acordo com Campbell (2013), uma média de 5.690 incêndios ocorreram por ano em edifícios educacionais, entre 2007 e 2011. Estes incêndios causaram perdas anuais diretas à propriedade de 92 milhões

de dólares, ferimento em 85 pessoas e uma vítima fatal.

Infelizmente, no Brasil, não temos dados estatísticos com abrangência nacional sobre incêndios, número de feridos e mortos e nem a quantificação das perdas financeiras.

Mas, de acordo com Jorge e Koizumi (2010), no ano de 2007, das 63.616 mortes de crianças menores de 15 anos, por todas as causas, 6.900 aconteceram por causas externas. A classificação internacional de doenças (CID) considera como causas externas de morbidade e mortalidade os seguintes eventos: traumatismos, envenenamento, exposição ao fogo e fumaça etc, intencionais ou acidentais. Dentre estas, as mortes causadas por queimadura (acidentes causados por fogo, chamas e assemelhados), acidentes causados por corrente elétrica dentre outros, totalizaram 337 no ano de 2007.

Embora estas mortes e internações por queimaduras não estejam todas associadas à incêndios em edificações, que é o foco nesta pesquisa, entende-se que com o objetivo de mitigar o sofrimento das vítimas e das famílias, programas de conscientização relacionados aos perigos do fogo deveriam ser implantados, a exemplo do que acontece em vários países.

2.2 Conclusão

Embora existam definições legais do que é ser criança, a fase de transição para a adolescência varia para cada indivíduo. Contudo, somente entre os 12 e 15 anos a criança envolve-se nos raciocínios abstratos, aproximando-se da maneira adulta de pensar.

Por fim, vale ressaltar que a quantidade de crianças brasileiras com até 14 anos corresponde à 24% da população total do pais e que as mortes de crianças ocasionadas por causas externas demonstram sua vulnerabilidade.

3 DADOS SOBRE MOVIMENTO DE CRIANÇAS

Os estudos consagrados na literatura relativo às velocidades e fluxos de pessoas, tais como Predtechsnkii e Milinskii (1978) e Fruin (1987), somente consideram dados relativos à população adulta. Os dados relativos às crianças e outros grupos que podem requerer assistência, como as pessoas com deficiência e de mobilidade reduzida e os idosos, são ainda pouco considerados quando se elaboram normas e regulamentações. Por conseguinte, faz-se necessário o entendimento das características de toda essa população, a fim de fornecer um nível de segurança igual para todos (LARUSDÓTTIR, 2013), (KHOLSHCHEVNIKOV; SAMOSHIN; ISTRATOV, 2012).

3.1 Movimento de pessoas em situação de incêndio

Vários pesquisadores já estudaram o movimento de pessoas; porém, os estudos mais consistentes, foram publicados somente a partir de 1955. Segundo Fahy (2001), não é esperado que as velocidades de caminhamento das pessoas em trechos horizontais ou em escadas tenha se

alterado significativamente com o passar dos anos. Entretanto, alguns fatores atualmente são considerados importantes, tais como a velocidade de movimento de um grupo familiar que é provavelmente determinada pela pessoa mais lenta ou de uma pessoa que caminha com dificuldade.

De acordo com Neslon e Mowrer (2002), as pesquisas para prever o fluxo de grupos de pessoas em situação de emergência têm aumentado nas últimas décadas. Contudo, as maiores contribuições incluem Predtechenskii e Milinskii (1978), Fruin (1987) e Pauls (1980). De forma geral, estes métodos assumem que:

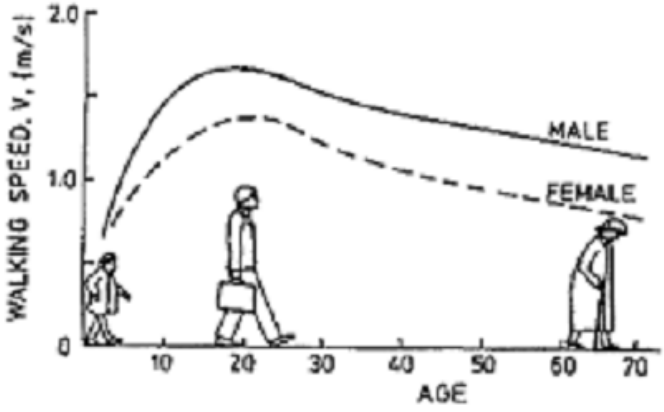
- Todas as pessoas iniciarão a evacuação no mesmo instante;
- Não haverá interrupção do fluxo dos ocupantes causado por decisões dos indivíduos envolvidos;
- Todos ou a maioria das pessoas envolvidas não são pessoas com deficiências físicas que as impeçam, de maneira significativa, de se manterem junto ao grupo.

As três grandezas fundamentais para prever o tempo de evacuação de um conjunto de pessoas, são: a) densidade de ocupação (pessoas/m²), velocidade (m/s ou m/min), fluxo específico (pessoas/m.s) e fluxo total (pessoa/s).

A velocidade de tráfego e o fluxo dependem, em grande medida, da densidade de tráfego. Quanto maior a densidade, mais lenta é a taxa de movimento. Quanto à densidade, há de se considerar o tamanho das pessoas que pode variar de acordo com suas características físicas e de suas vestimentas (roupas).

Outra questão a ser considerada diz respeito à velocidade das pessoas de diferentes idades e sexo. Embora seja apenas de caráter ilustrativo, na Figura 1, observa-se que há um aumento na velocidade das pessoas até os 20 anos, quando se atinge seu ápice, a partir deste ponto, passa a decrescer de forma gradativa.

Figura 1: Velocidade de caminhamento das pessoas em diferentes idades e sexo.



Fonte: Shen, 2003, p. 80.

Esta abordagem é frequentemente referenciada como sendo o modelo hidráulico para saídas de emergência, na qual associa-se o tempo de saída de uma edificação em situação de incêndio somente à distância que o usuário percorrerá até atingir um local seguro.

No entanto, trabalhos como de Bryan (2002) e Canter et al. (1980) apresentam abordagens relacionadas às tomadas de decisões dos ocupantes no momento da evacuação e consideram vários aspectos comportamentais dos indivíduos que podem afetar no tempo, como por exemplo, reconhecer o sinal de alarme, certificar-se que abandonar do local se faz necessário, reentrar no edifício após já ter saído etc.

Segundo Proulx (2002), o tempo necessário para evacuação (Δt_{evac}) é composto de outros fatores que o deixa relativamente complexo. Já tempo disponível para a saída dos ocupantes em um incêndio (Δt_{esc}) deve ser menor que o tempo em que as condições insustentáveis a permanência humana (Δt_{limite}) atinja as rotas de abandono (vide Figura 2).

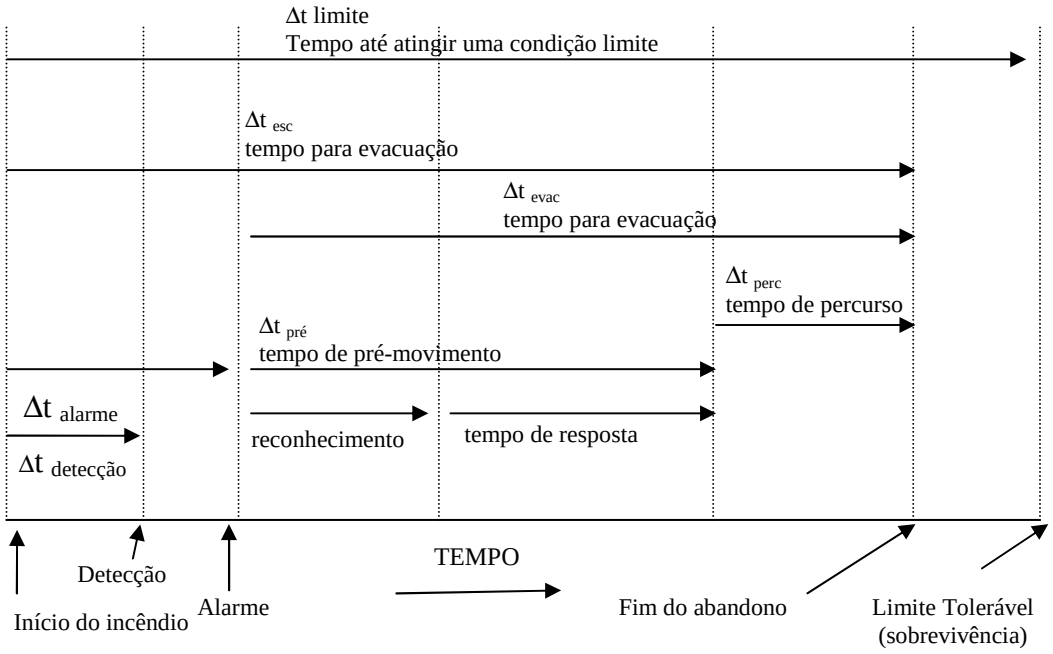


Figura 2: Linha do tempo de um caso de incêndio.

Fonte: British Standards Institute (2001), tradução nossa.

Sendo assim, embora a velocidade de caminhamento seja um elemento importante no processo de evacuação, faz-se necessário entender cada uma das parcelas de tempo, pois, em caso de incêndio, se a somatória de tempos que precedem o caminhamento ($\Delta t_{pré}$) for muito alta, quando o ocupante decidir efetivamente iniciar o movimento (Δt_{perc}), o limite tolerável à sobrevivência pode ser mínimo, ou seja, os gases quentes e tóxicos podem já ter invadido as rotas de fuga ou o incêndio pode já ter se alastrado.

3.2 Estudos sobre o movimento de populações vulneráveis

Os edifícios são projetados para fornecer certo nível de segurança para seus ocupantes em situação de emergência, no qual o incêndio está inserido.

Durante muitos anos, as pesquisas de movimento de abandono ficaram concentradas na população de adultos em pleno vigor físico, no entanto, nas últimas décadas, o foco está mudando para as populações denominadas vulneráveis (BOYCE; SHIELDS; SILCOCK, 1999), (VALENTIM; ONO, 2014).

Mais recentemente, alguns pesquisadores têm se preocupado especificamente com a questão das saídas de emergência e o comportamento de crianças em situação de incêndio (ONO; VALENTIN; VITTORINO, 2012), (KHOLSHEVNIKOV; SAMOSHIN; PARFENENKO, 2009), (CAPOTE et. al., 2012), (LARUSDÓTTIR, 2014), (CUESTA; RONCHI; GWYNNE, 2015); (ONO; VALENTIN; MIR, 2015). Os trabalhos listados na Tabela 1 são aqueles onde foram encontradas pesquisas que incluíam o levantamento de dados de velocidades de crianças em escolas.

Tabela 1: Dados de crianças pesquisados por diversos autores

Autores	País	Faixa etária (anos)	Número de escolas	População de alunos
Klüpfel König e Schreckenberg (2003)	Alemanha	6-10	1	120
Larusdóttir (2010)	Dinamarca	0,5-6 anos	10	1017
Kholshevnikov; Samoshin e Pardenenko (2012)	Rússia	3-7	1	114
Ono, Valentin e Vittorino(2012)	Brasil	6-14	1	706
Larusdóttir (2013)	Dinamarca	6-15	7	667
Cuesta et al (2015)	Espanha	3-16	1	A população variou entre 209 e 250 alunos

É possível verificar que a quantidade de dados coletados ainda não é significativa para análises mais apuradas e que, portanto, estes dados dificultam a generalização de resultados. Isto se agrava ainda mais, caso se considere as diferenças antropométricas e culturais que podem existir entre as populações pesquisadas. Larusdottir (2014) apresenta duas listas com publicações relacionadas à segurança contra incêndio e crianças. Na primeira, apresenta trabalhos publicados entre 1975 e 2006, (onze trabalhos, dois sobre simulações de abandono) enquanto na segunda tabela, trabalhos publicados entre 2009 e 2012 (doze trabalhos, sendo onze sobre simulações de abandono), constatando, assim, que o número de publicações sobre o assunto aumentou muito nos últimos anos.

Este aumento ocorreu, possivelmente, em função dos códigos baseados em desempenho, presentes em vários países, como alternativa aos códigos prescritivos, visto que com o desenvolvimento da engenharia de segurança

contra incêndio, novas possibilidades de projeto passaram a ser consideradas.

Dentre os trabalhos analisados, o desenvolvido por Ono, Valentin e Vittorino (2012), coletados em 6 simulados de abandono, contou com a participação de crianças de 5 a 17 anos, no entanto, os dados apresentados se restringiram a análise de crianças com idade entre 6 a 14 anos. A frequência relativa de ocorrência das velocidades em corredores apresentou-se homogênea (velocidade média entre 0,4 e 1,8 m/s), no entanto, nas escadas, a curva apresentou uma tendência próxima de uma curva Gausiana (velocidades médias entre 0,8 e 1,0 m/s).

Larusdottir e Dederichs (2013) apresentam pesquisa referente à velocidade de crianças em simulados de abandono, com idades que variam entre 6 e 15 anos, em escadas. Os dados foram coletados em sete escolas, no ano de 2010, na Dinamarca, e a quantidade de estudantes analisados foi de 667. As pesquisadoras constataram que as velocidades de caminhamento de crianças se alteram com a idade e convergem para a velocidade de caminhamento de adultos. Para crianças com idade de 6 anos a linha de tendência linear para a velocidade fica abaixo da curva de Nelson e Mowrer (2002), possivelmente por serem menores fisicamente e novos na escola; contudo, para crianças com idade entre 10 e 11 anos, as velocidades se aproximaram da de adultos.

Cuesta, Ronchi e Gwynne (2015) apresentaram dados relativos à velocidade de crianças coletados em cinco simulados de abandono em escolas, realizados na Espanha, com a participação de crianças de 6 a 16 anos. Cada uma das simulações teve uma população que variou entre 209 e 250 alunos. A pesquisa teve por objetivo compilar um conjunto de dados para aumentar o entendimento desta população considerada vulnerável, quantificar a natureza desta vulnerabilidade e fornecer subsídios para os desenvolvedores de software. A Tabela 2 apresenta as velocidades observadas.

Tabela 2: Velocidades observadas

Período	**Resumo do desempenho (m/s)**	
	Escadas (Nº observações)	Horizontal (Nº observações)
Primário	0,94 [0,34 – 1,53] (359)	1,6 [1,0 – 3,1] (159)
Secundário	0,92 [0,24 – 1,79] (430)	1,2 [0,7 – 2,2] (214)

Fonte: Cuesta, Ronchi e Gwynne (2015)

Não foi possível realizar uma análise comparativa entre os três estudos acima citado, em função da maneira como os dados foram agrupados em cada um deles.

4 CONCLUSÕES

Neste trabalho foi possível constatar que as regulamentações prescritivas consideram, para efeito de dimensionamento de saídas de emergência em

edificações, uma população homogênea que reage de maneira padronizada durante um processo de abandono. Porém, como foi visto, a percepção espacial e o processo de tomada de decisão de uma criança diferem daquela de um adulto, devido, principalmente, ao seu estágio de evolução físico, sensorial e emocional.

Pode-se constatar que os dados relativos à velocidade e ao comportamento de crianças existentes, além de serem incipientes, não contam com uma metodologia padronizada para a coleta, dificultando análises comparativas entre os dados disponíveis.

Sendo assim, e com o objetivo de garantir um nível de segurança igualitário para todos os ocupantes dos edifícios, mais pesquisas devem ser realizadas sobre comportamento e mobilidade da população de crianças, para que mais dados sejam obtidos por faixa etária e sexo, com o objetivo de permitir análises comparativas e, inclusive, a compreensão da influência de outros fatores, como aquelas de âmbito cultural e antropométrico, dentre outros, no dimensionamento de saídas de emergência e sistemas de proteção contra incêndio.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Saídas de emergência em edifícios – Procedimento**. Rio de Janeiro: ABNT, 2001. (NBR 9077).

BOYCE, K.E., SHIELDS, T.J., SILCOCK, G.W.H. *Toward the characterization of building occupancies for Fire Safety Engineering: Prevalence, type, and mobility of disabled people*. **Fire Technology**, 35 (1). pp. 35-50, 1999.

BRASIL. Lei nº 8.069, de 13 de junho de 1990, e legislação correlata. **Estatuto da Criança e do adolescente**, 1990.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Diretrizes nacionais gerais da educação básica**. Brasília: MEC, SEB, DICEI, 2013. 562p.

BRASIL. Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Censo demográfico 2010 - Características da população e dos domicílios: resultados do universo**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. 270p.

BRITISH STANDARDS INSTITUTION. **Fire safety engineering in buildings. Part 1. Guide to application of the fire safety engineering principles** (BS 7974), London, 2001.

BRYAN, J. L. **Behavioral Response to Fire and Smoke**. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD, 2002. Section 3, Chapter 12.

CAMPBEL, R. **Structure fire in educational properties**. Quincy: National Fire Protection Association, 2011.

CANTER, D.; BREAUX, J., SIME, J. Domestic, multiple occupancy, and hospital fires. In: **Fires and Human Behaviour**, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1980.

CAPOTE, J. A. et al. Children evacuation: empirical data and egress modelling. In: **Proceedings,** 5th International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2012, Cambridge, UK.

CUESTA, A; RONCHI, E; GWYNNE, S. Collection and use of data from school egress trials. In: **Proceedings**, 6th International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2015, Cambridge, UK.

FAHY, R. F.; PROULX, G. Toward Creating a Database on Delay Times to Start Evacuation and Walking Speeds for Use in Evacuation Modeling. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON HUMAN BEHAVIOR IN FIRE, 2., 2001, Boston. **Proceedings**… Boston: MIT, 2001, p. 175-183.

FEDERAL EMERGENCY MANAGEMENT AGENCY. **School fires**. Maryland: FEMA, 2004. Disponível em <http://www.usfa.dhs.gov/download/pdf> Acesso em 10 jul. 2014.

FRUIN, J. J. **Pedestrian Planning and Design** (Revised Edition). Mobile: Elevator World, 1987.

JORGE, M. H. P. M; KOIZUMI, M. S. **Acidentes na infância**: Magnitude e subsídios para a sua prevenção, 2010. Disponível em <http://www.criancasegura.com.br/downloads/relatoriocriseg.pdf >. Acesso em 28 fev. 2016.

KHOLSHEVNIKOV, V. V. SAMOSHIN, D. A, PARFENENKO A.P. Pre-school and school children building evacuation. In: **Proceedings,** 4rd International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2009, Cambridge, UK.

KHOLSHEVNIKOV, V.; SAMOSHIN, D.; ISTRATOV, R. The problems of elderly people safe evacuation from senior citizen heath care buildings in case of fire. In: **Proceedings**, 5th International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2012, Cambridge, UK.

KLÜPFEL, H; König, T. M.; Schreckenberg, M. **Comparison of an Evacuation Exercise in a Primary School To Simulation Results**. Disponível em: http://www.traffgoht.com/downloads/research/bypass/evakuebungrahm-en.pdf - Acesso em 01 de mar. 2013.

LARUSDOTTIR, A. R. **Evacuation of Children: Focusing on daycare centers and elementary schools**. Technical University of Denmark, Department of Civil Engineering. , 2014.

LARUSDOTTIR, A. R., DEDERICHS, A.,. Evacuation of children – movement on stairs and on horizontal plane. **Fire Technology**, 2010, 48 (1), pp. 43-53.

LARUSDOTTIR, A. R.; DEDERICHS A.S., Movement down stairs during elementary school fire drills. **Fire and Materials**, 2013.

NAGAMINE, A. T. **Arquitetura e Segurança contra incêndio em escolas do ensino fundamental,** s.d. Relatório científico final – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo. Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, s.d.

NELSON, H. E.; MOWRER, F. W. **Emergency Moviment**. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD, 2002. Section 3, Chapter 14.

ONO, R., VALENTIN M.V., VITTORINO. F. Walking speed data off fire drills at na elementary school. In: **Proceedings**, 5rd International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2012, Cambridge, UK.

ONO, R; VALENTIN M. V.; MIR N. **Poster** - Comparative Study of Walking Speeds of School Children In: **Proceedings** 6rd International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2015, Cambridge, UK.

PAPALIA, D. E., OLDS, S. W., FELDMAN, R. D. **O mundo da criança- Da infância à adolescência**. 11 ed. São Paulo: McGraw-Hill, 2009. 608p.

PAULS, J. L.; JONES, B. K. **Building evacuation: Research methods and case studies**. In: Fires and Human Behaviour, John Wiley & Sons, Chichester, UK, 1980.

PREDTECHENSKII; V. M.; MILINSKII, A. I. **Planning for Foot Traffic in Building**. New Delhi: Amerind Publishing, Co. Pvt. Ltd, 1978.

PROULX, G. **Movement of People: The Evacuation Timing**. In: SFPE Handbook of Fire Protection Engineering, Third Edition, Society of Fire Protection Engineers, Bethesda, MD, 2002. Section 3, Chapter 13.

SÃO PAULO (Estado). Decreto Estadual N° 56.819 de 10 de março de 2011. Institui o Regulamento de Segurança contra Incêndio das edificações e áreas de risco no Estado de São Paulo e estabelece outras providências, 2011.

SÃO PAULO (Município). Lei Municipal N° 11.228 de 25 de Junho de 1992. Estabelece o Código de Obras e Edificações e dá outras providências, 1992.

SATYEN, L.; BARNETT, M.; SOSA, A. Effectiveness of ire safety education in primary school children. In: **Proceedings,** 3rd International Symposium on Human Behaviour in Fire, 2004, London, UK.

SHEN, S. T. **Building planning evaluation for emergency evacuation**. 2003, 288f. PhD – Worcester Polytechnic Institute, Worcester, Massachusetts, 2003.

VALENTIM, M. V.; ONO, R. Qualidade do projeto de saídas de emergência em edificações para pessoas com deficiência. In: XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014, Maceió. **Anais** do XI Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 2014. p. 1943.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA
DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA NA AVALIAÇÃO PÓS-OCUPAÇÃO: FERRAMENTAS DIGITAIS E INTERATIVAS[1]

VILLA, Simone Barbosa (1); LEMOS, Sabrina de Maia (2); SALUSTIANO, Larissa Rodrigues (3); RIBEIRO, Gabriel Pacelli Naves (4)

(1) FAUeD/UFU, simonevilla@yahoo.com; (2) FAUeD/UFU, dznmaia@yahoo.com.br (3) FAUeD/UFU, larissasalustiano@hotmail.com; (4) FAUeD/UFU, gabrielpacellinr@gmail.com

RESUMO

Baseado em autores clássicos da literatura que atestam a relevância da avaliação pós-ocupação (APO) e dispõem sobre a importância do conhecimento de seus resultados nas decisões de projeto, a pesquisa aqui relatada pretende ampliar a discussão sobre novas possibilidades metodológicas na área. Tal pesquisa trata do aprimoramento de procedimentos metodológicos de APO funcional, comportamental e ambiental em edifícios de apartamentos através do desenho e utilização de interfaces digitais especificamente desenvolvidas. Também pretende tornar o processo da APO em habitações mais eficientes, através do uso de equipamentos eletrônicos portáteis apresentando reflexões sobre tal utilização e discutindo as possíveis interfaces entre o homem e o meio digital no escopo da pesquisa de APO. Este artigo apresenta parte dos resultados obtidos nesta pesquisa, assim como sua fundamentação teórica e estruturação. Os resultados preliminares indicam que a utilização de tecnologias com recursos em meio digital podem minimizar, senão sanar, alguns problemas frequentes em APOs tradicionais, na medida em que aumentam a eficiência dos resultados da avaliação, reduzem seu tempo de execução e custos orçamentários, além de despertarem maior interesse por parte dos respondentes.

Palavras-chave: avaliação pós-ocupação; edifício de apartamento; inovação tecnológica; interfaces digitais

ABSTRACT

Based on classical authors from the literature who attest to the importance of post-occupancy evaluation (POE) and deal with the relevance of knowing the results for making design decisions, the present research intends to extend the discussions on new methodological possibilities in the area. This research deals with the improvement of methodological procedures of functional, behavioral and environmental POE in apartment buildings through the design and use of specifically developed digital interfaces. It also aims to make the housing POE process more efficient, through the use of portable electronic equipment by presenting reflections on such use and discussing the possible interfaces between man and digital media in the scope of the POE research. This article presents part of the results obtained in this research, as well as its theoretical foundation and structure. Preliminary results indicate that the use of technologies with digital media resources can minimize, if not solve, some frequent problems in traditional POE, as they increase the efficiency of the evaluation results, reducing its running time and budget costs, and arouse great interest among the respondents.

[1] VILLA, S. B.; LEMOS, S. M.; SALUSTIANO. L. R., RIBEIRO, G. P.N. Inovação tecnológica na avaliação pós-ocupação: ferramentas digitais e interativas. ENTAC 2016. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2016.

***Keywords**: post-occupancy evaluation; apartment building; technological innovation; digital interface.*

1 INTRODUÇÃO

Baseado em autores clássicos da literatura como Ornstein, Bruna and Roméro (1995), Mallory-Hill, Preiser, Watson (2012) que atestam a relevância da avaliação pós-ocupação (APO) e dispõem sobre a importância do conhecimento de seus resultados nas decisões de projeto, a pesquisa aqui relatada pretende ampliar a discussão sobre novas possibilidades metodológicas na área, com o uso da tecnologia e de interfaces digitais para seu aprimoramento.

Interdisciplinaridade, adoção de diferentes métodos e abordagens não tradicionais, são os principais pontos focais desta discussão. A interdisciplinaridade se justifica, na medida em que outras ciências, além das relacionadas à Arquitetura e Urbanismo, são relevantes para uma maior fundamentação das ações planejadas na APO (ORNSTEIN, 2005). Já a adoção de múltiplos métodos na APO, qualitativos e quantitativos, se fundamenta na possibilidade da coleta de diferentes tipos de dados, permitindo, principalmente, contrabalançar os possíveis desvios/tendências (bias) dos resultados (LAY e REIS, 2005; BORDASS, LEAMAN e ELEY, 2006). E finalmente buscam-se, metodologias de avaliação com abordagens não convencionais, que consideram outras componentes da avaliação que não é propriamente a aferição física do ambiente construído, mas aquela que trata das diferentes percepções das características que interferem no comportamento dos usuários (ELALI e VELOSO, 2004; RHEINGANTZ, 2004).

Esta pesquisa financiada pela FAPEMIG[2], intitulada "Avaliação pós-ocupação funcional, comportamental e ambiental em apartamentos com interfaces digitais: aprimoramento do software, interface e aplicação", foi desenvolvida no âmbito do [MORA] Pesquisa em Habitação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia. Tal pesquisa trata do aprimoramento de procedimentos metodológicos de APO funcional, comportamental e ambiental em edifícios de apartamentos através do desenho e utilização de interfaces digitais especificamente desenvolvidas. Pretende tornar o processo da APO em habitações mais eficientes, através do uso de equipamentos eletrônicos portáteis, apresentando reflexões sobre tal utilização e discutindo as possíveis interfaces entre o homem e o meio digital no escopo da pesquisa de APO. Este artigo pretende apresentar parte dos resultados obtidos nesta pesquisa: sua fundamentação teórica e estruturação, e o questionário desenvolvido (*game* COMO VOCÊ MORA).

A metodologia de trabalho da pesquisa baseou-se nas seguintes etapas: (i) pesquisa bibliográfica sobre APO e possibilidades de interfaces digitais; (ii) pesquisa e desenvolvimento de *softwares*, plataformas e equipamentos ideais aos objetivos da pesquisa; (iii) definição de procedimentos

[2] FAPEMIG – Fundação de Amparo a Pesquisa de estado de Minas Gerais (Demanda Universal 2014/2015).

metodológicos da APO em edifícios de apartamentos com enfoque funcional, comportamental e ambiental; (iv) desenvolvimento de protótipos funcionais – conjunto de *softwares*; (v) teste com comunidade: escolha do estudo de caso na cidade de Uberlândia, aplicação e leituras de resultados; (vii) ajustes nos *softwares* e desenvolvimento das técnicas definitivas da APO a partir dos resultados; (viii) encaminhamentos para pesquisas futuras.

2 PORQUE INOVAÇÃO TECNOLÓGICA E INTERFACE DIGITAL PARA A APO?

A relevância da APO para a obtenção da qualidade do projeto de arquitetura já é bastante consolidada por diversas pesquisas na área da construção civil (VOORDT e WEGEN, 2013; VILLA e ORNSTEIN, 2013). Aspectos relevantes em relação à gestão do processo de projeto, na qual a APO se insere e seu papel no atendimento a qualidade dos espaços construídos, notadamente nas habitações, também já foram amplamente comprovados (KOWALTOWSKI et al, 2013). Assim evidencia-se a necessidade da relação estreita e profunda entre a aferição do comportamento humano no espaço doméstico e a qualidade habitacional como forma de elevar os índices de satisfação e melhoria do desempenho dos projetos. Essa melhoria, além de outros aspectos, também passa pela montagem e pela observação por parte dos arquitetos de bancos de dados municiados por avaliações que incluam técnicas de percepção física do ambiente construído, bem como a interação entre esse ambiente e o comportamento dos usuários (VILLA e ORNSTEIN, 2010).

A busca pelo aprimoramento metodológico a partir do uso de equipamentos portáveis se deu principalmente com a investigação sobre os principais avanços metodológicos na área da APO, na qual se identificou que a grande maioria das pesquisas realizadas no Brasil se restringe a utilização de recursos tradicionais na aplicação das técnicas como o questionário em papel. Mesmo quando pesquisas se utilizam de *softwares* específicos para aplicação de questionários, podendo ou não ser em ambientes *net*, possuem baixo nível de interação com o usuário. Frequentemente o uso de tecnologias se restringe ao uso de equipamentos eletrônicos como câmeras, gravadores e medidores de desempenho, utilizados na complementação da aplicação das técnicas e/ou no levantamento de dados dos estudos de caso.

A partir de pesquisas anteriores sobre APO em habitações[3] (VILLA e SILVA, 2012), várias demandas se configuraram indutoras para o desenvolvimento dessa pesquisa: (i)Ampliação da eficiência e da confiabilidade dos resultados da avaliação obtidos por métodos quantitativos, (ii) Manutenção da privacidade dos moradores avaliados; (iii) Possibilidade de maior interação entre o pesquisador e o morador na avaliação; (iv) Redução dos custos da avaliação; (v) Ampliação da eficiência da tabulação dos

[3] A busca por avanços metodológicos na área de APO é meta principal das pesquisas realizadas no **[MORA] pesquisa em habitação** – grupo de pesquisa registrado no CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil) vinculado à Faculdade de Arquitetura e Urbanismo e Design da Universidade Federal de Uberlândia (FAUeD/UFU), Brasil – ver mais informações em http://morahabitacao.com/.

resultados da avaliação; (vi) Capacidade gráfica e multimídia do meio digital potencializando as interações; (vii) Utilização da tecnologia não somente como equipamento, mas como parte funcional e integral da avaliação; e (viii) Capacidade da avaliação se tornar uma ferramenta educativa - não somente de recolha de dados, mas de oportunizar o conhecimento para seus usuários. Desta forma buscou-se integrar a utilização de meios digitais a APO no sentido de suprir, ou minimizar as deficiências e problemas identificados, potencializando seus métodos de avaliação e obtendo uma maior eficiência de seus resultados.

Segundo, Coates, Arayici e Ozturk (2012), a tecnologia vem ampliando sua área de influência no cotidiano das pessoas, incluindo sua moradia onde a preocupação com as formas de morar vem se acentuando, notadamente em função de demandas projetuais específicas e questões de sustentabilidade do ambiente. Através do desenvolvimento de interfaces digitais e de uma maior interação entre homem e máquina, processos educativos e de informações ao usuário podem ser potencializados, reforçando novas agendas em relação a aplicação de APO como processo e não somente como produto em si (COLE, 2005).

Desta forma buscou-se, através de pesquisas consolidadas na área de avaliação do comportamento humano (BECHTEL, CHURCHMAN, 2001; SOMMER, SOMMER, 1997), a convergência com outras áreas do conhecimento como o Design de Interação (PREECE, ROGERS e SHARP, 2005).

Em todo o processo de criação, desenvolvimento e aprimoramento da interface digital aqui proposta, problematizações e metodologias oriundas do *UX Design*[4], do *UI Design*[5] e da Gamificação[6] foram utilizadas, no intuito de dar à interface a competência para não só cumprir seu objetivo primeiro (o de analisar e avaliar as tipologias e os aspectos do "morar"), mas para fazer desse processo de avaliação uma experiência mais positiva, mais lúdica, criativa e interativa para os usuários (SANTAELLA, 2003; CHANDLER e UNGER, 2009; AMBROSE e HARRIS, 2012).

No que diz respeito à qualidade da experiência do usuário, nessa pesquisa também se valeu de alguns processos de gamificação, na medida em que se utilizou do modo de pensar e da mecânica dos jogos para envolver os usuários e resolver problemas de maneira mais lúdica (ZICHERMANN & CUNNINGHAM, 2011). A existência de um personagem, de um *storyboard*, de "fases" e cenários, de um objetivo (completar o questionário) contribuem para tornar a interface mais atraente e envolvente. Além disso, estímulos variáveis à persistência, proposta de charadas e desafios, acessibilidade e aprendizado são ainda algumas estratégicas que a gamificação permite, que podem ser incorporadas na interface, à medida em que ela se se amplia e se complexifica.

[4] *User Experience Design* – design de experiência do usuário.

[5] *User Interface Design* – design de interface de usuário.

[6] Gamificação é, basicamente, usar ideias e mecanismos de jogos para incentivar alguém a fazer algo.

3 RESULTADOS

A utilização de meios digitais para a APO trouxe a tona uma discussão sobre sua estrutura e planejamento. Com a intenção de adequar as técnicas já elaboradas por pesquisas anteriores aos interesses buscados na nova forma de aplicação digital três abordagens paralelas foram desenvolvidas na pesquisa descritas a seguir.

3.1 Adequação estrutural das técnicas da APO

A pesquisa foi iniciada com uma análise e classificação cuidadosa dos procedimentos metodológicos da APO em questão e suas características. As 6 técnicas utilizadas foram esmiuçadas de forma a identificar quais seriam adequadas para a migração em meio digital. Todas se mostraram adequadas a migração, com exceção do Grupo Focal e do Levantamento de Dados em função de suas especificidades, conforme ilustra o Quadro 1. Entretanto, o questionário foi a técnica mais adequada para o amplo desenvolvimento das interfaces digitais desejadas. Esse artigo irá apresentar o desenvolvimento dessa técnica (questionário) que intitulamos de *Game* "COMO VOCÊ MORA".

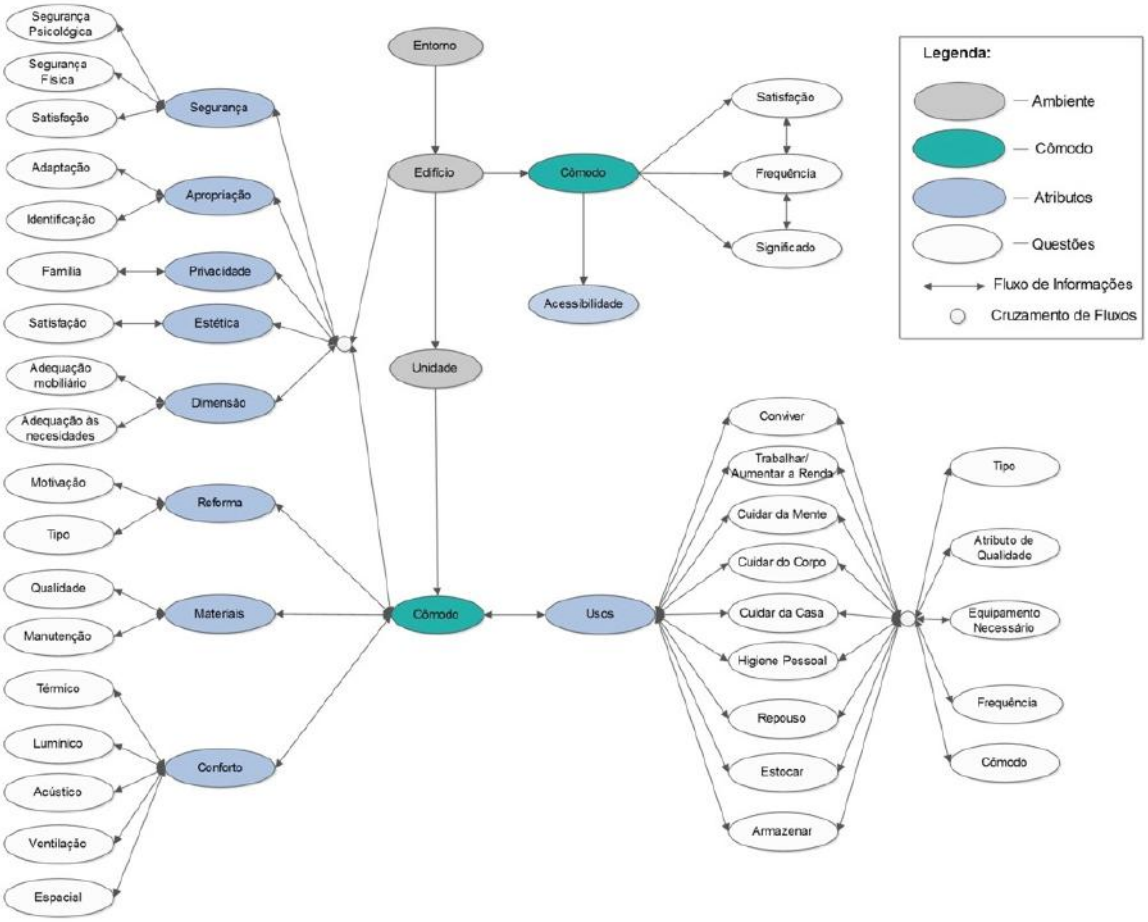
Quadro 1 – Procedimentos metodológicos da APO proposta.

Instrumentos	Quem responde?	Natureza do método	Aplicado em meio digital (*tablet*)	Aplicado em meio tradicional
1. Levantamento Geral de Dados	Pesquisador	qualitativo/quantitativo		
2. *Walkthrough*	Pesquisador	quantitativo		
3. Pesquisa de Perfis Familiares	Porteiro	quantitativo		
4. Questionário + Análise de Usos	Morador	quantitativo		
5. Grupo Focal	Morador	qualitativo		
6. Entrevista com pessoas-chave	arquiteto e síndico	qualitativo		

Fonte: VILLA et al, 2015a.

Para a adequação estrutural do questionário foi necessário retomar a estrutura tradicional e linear da avaliação, destrinchando seus objetivos e principais atributos avaliados. Palavras-chaves foram identificadas e classificadas em quatro grupos de afinidades principais: ambiente, cômodo, atributo e questão. A partir dos grupos de afinidades, criou-se uma rede interligada de palavras que abandona a tradicional linearidade do método e torna a sequência de ações tridimensionais adequada ao ambiente digital (Figura 1).

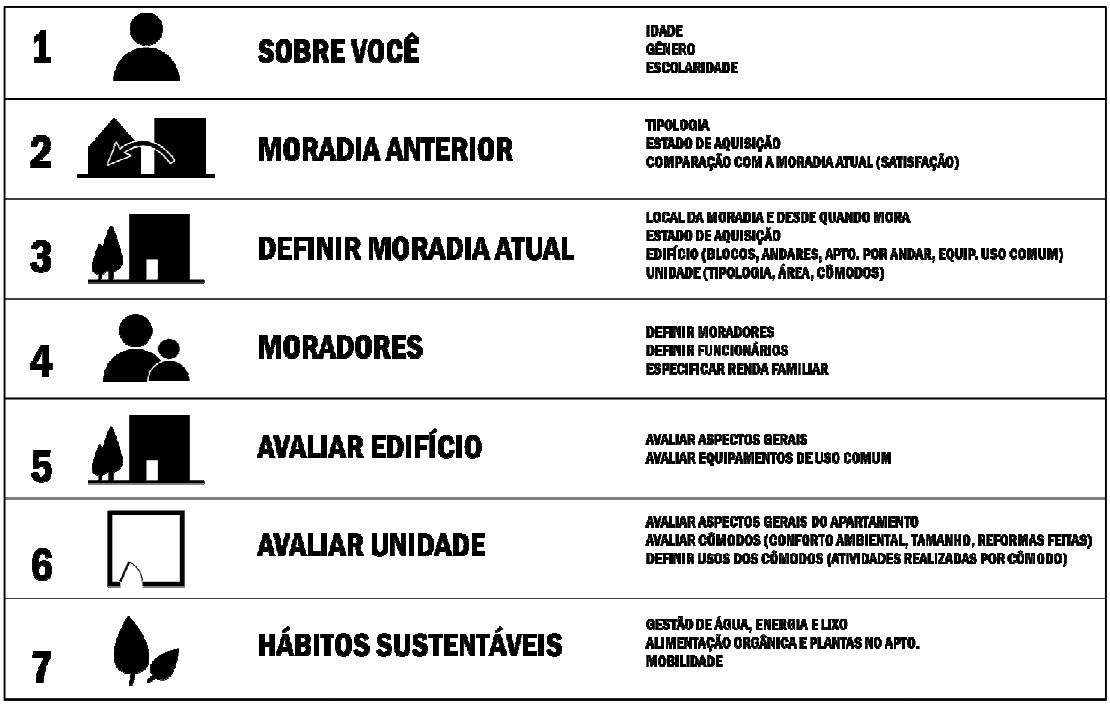
Figura 1 – Fluxograma das relações entre palavras-chave do *game* proposto.



Fonte: VILLA et al, 2015a.

A partir dessa constelação de palavras, elaborou-se a estrutura do *game* em meio digital de forma a conciliar os atributos a uma linha de pensamento clara e intuitiva ao usuário, reforçando a amigabilidade da interface e explorando recursos de desvios que apenas o meio digital pode oferecer. Tomou-se como partido para a estruturação desse percurso: (i) a organização segundo a escala do objeto a ser avaliado (entorno-edifício-unidade-cômodo); (ii) a divisão da avaliação em etapas que partem das informações pessoais até a avaliação propriamente dita do apartamento. Dessa forma, obteve-se sete etapas da avaliação, apresentadas na Figura 2.

Figura 2 – As etapas do questionário



Fonte: RIBEIRO, 2015.

3.2 Desenvolvimento da arquitetura do sistema computacional

Sobre o desenvolvimento da arquitetura do sistema computacional, esta pesquisa se centrou em resolver alguns pontos: (i) a construção de *softwares* abertos, passíveis de mudanças, já que a APO é uma metodologia dinâmica na qual cada objeto de estudo requer alterações em seus procedimentos metodológicos; (ii) desenho e programação dos diversos níveis de interação: interação entre usuário e aplicativo no *tablet*; entre esse aplicativo e o *software* "intermediário"; entre o *software* intermediário e o banco de dados; (iii) o estabelecimento de plataformas de banco de dados sistematizadas e interligadas em ambiente *web*; (iv) sistemas de tabulação de dados interligadas e dinâmicas a fim de relacionar os resultados obtidos (cruzamento de dados).

A partir das definições indicadas anteriormente, definiu-se o desenho da arquitetura do sistema mais adequado aos objetivos propostas da pesquisa. Definiu-se que os *softwares* seriam programados utilizando a linguagem JAVA; o banco de dados utilizaria a tecnologia JAVA/SQL[7] e o aplicativo para o *tablet* seria programado utilizando a plataforma de programação de jogos CORONA SDK[8]. Seu desenvolvimento passou por questões de ordem

[7] **Java** é uma linguagem de programação orientada a objeto desenvolvida na década de 90 por uma equipe de programadores chefiada por James Gosling, na empresa Sun Microsystems. **SQL** é sigla inglesa de "*Structured Query Language*" que significa, em Português, Linguagem de Consulta Estruturada, uma linguagem padrão de gerenciamento de dados que interage com os principais bancos de dados baseados no modelo relacional.

[8] **Corona SDK** é um kit de desenvolvimento de software (SDK) criado por Walter Luh, fundador da Corona Labs Inc. Corona SDK permite que os programadores de software para construir aplicativos móveis para iPhone, iPad e dispositivos Android, bem como aplicativos de desktop para Windows e OSX.

estrutural, funcional, operacional e de sua interface.

3.3 Desenho da interface – *game* COMO VOCÊ MORA

Sobre o desenho da interface do *game*, apesar da estrutura proposta apresentar-se complexa por conta dos vários fluxos possíveis entre palavras-chave inter-relacionadas, esta foi idealizada de forma mais direta, dispondo inclusive de um percurso definido para o entrevistado.

Buscou-se através do desenho da interface: (i) a concentração do máximo de palavras-chaves possíveis em uma única tela de visualização; (ii) a utilização de símbolos, cores e imagens animadas representando os variadas palavras-chave; (iii) a utilização de recursos multimídias para animações; e (iv) a disponibilidade de dados e informações variadas sobre os atributos (palavras-chave) avaliados no sentido de posicionar o usuário no contexto da pesquisa. Aqui, aspectos do *UX Design* foram aplicados no *UI Design* (comunicação visual, dimensão gráfica da interface), considerando aspectos de gamificação.

A produção da interface do *game* se deu com base no fluxograma (Figura 1) e dele surgiram os *storyboards*[9] que antecederam o produto final de fato. A produção dos *storyboards* foi feita em 4 fases: (i) estruturação dos atributos avaliados (palavras-chave) – sequência de ações possíveis e relações entre elementos; (ii) design da interface, dos elementos gráficos, ícones e símbolos, para incorporação no protótipo; (iii) aplicação de pré-teste com os usuários (arquitetos e entrevistados) e revisão dos elementos gráficos e sequência de ações; (iv) desenvolvimento da interface final por fases – cenários (Figura 3).

O aprimoramento da interface do *game* COMO VOCÊ MORA se deu gradativamente a partir de consultas à comunidade e ao atendimento dos objetivos e demandas indutoras desta pesquisa. Vale destacar que em etapa anterior[10] as primeiras interfaces desenhadas foram testadas em um estudo de caso na cidade de Uberlândia. Seus resultados foram divulgado em artigos científicos e serviram de base para o aprimoramento dessa pesquisa (VILLA et al, 2013; 2015 a e b). Em consonância com os objetivos da pesquisa e os resultados das consultas à comunidade, os seguintes elementos gráficos foram aprimorados no *game*: (i) a criação do personagem Dr. Prancheta; (ii) a definição da paleta cromática; e (iii) a definição dos padrões de respostas.

---

[9] Um ***storyboard*** é um organizador gráfico em forma de ilustrações ou imagens exibidas em sequência com a finalidade de pré-visualização de uma imagem em movimento, animação, *motion graphic* ou sequência de mídia interativa.

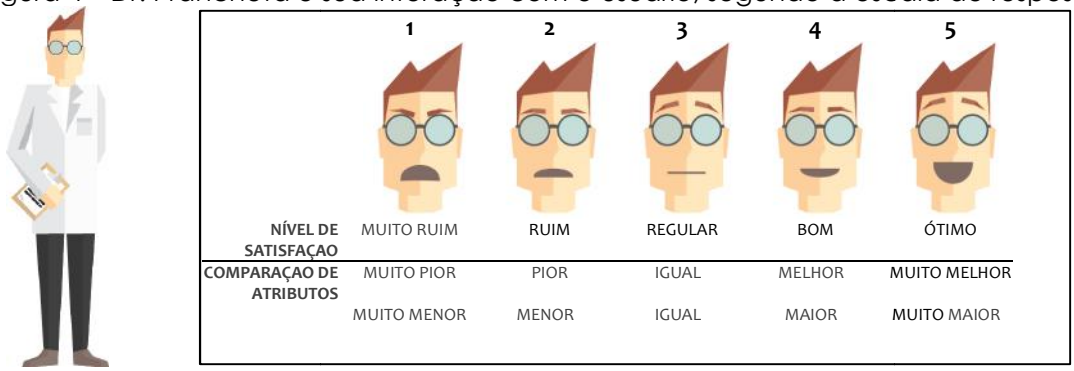
[10] A pesquisa aqui apresentada foi desenvolvida em duas fases. A primeira fase intitulada "**Avaliação Pós-Ocupação em Apartamentos com Interfaces Digitais**" foi desenvolvida em 2012-2013 e financiada pela FAPEMIG (Demanda Universal 2012/2013). A segunda fase, intitulada "**Avaliação Pós-Ocupação Funcional, Comportamental e Ambiental em Apartamentos com Interfaces Digitais: aprimoramento do software, interface e aplicação**" foi desenvovlida em 2014-2015 e financiado pela FAPEMIG (Demanda Universal 2014/2015).

Figura 3 – Evolução do *storybord* do *game* - diferentes cenários foram testados a fim de alcançar os objetivos da pesquisa



Fonte: RIBEIRO, 2015 e SALUSTIANO, 2014.

Figura 4 – Dr. Prancheta e sua interação com o usuário, segundo a escala de resposta

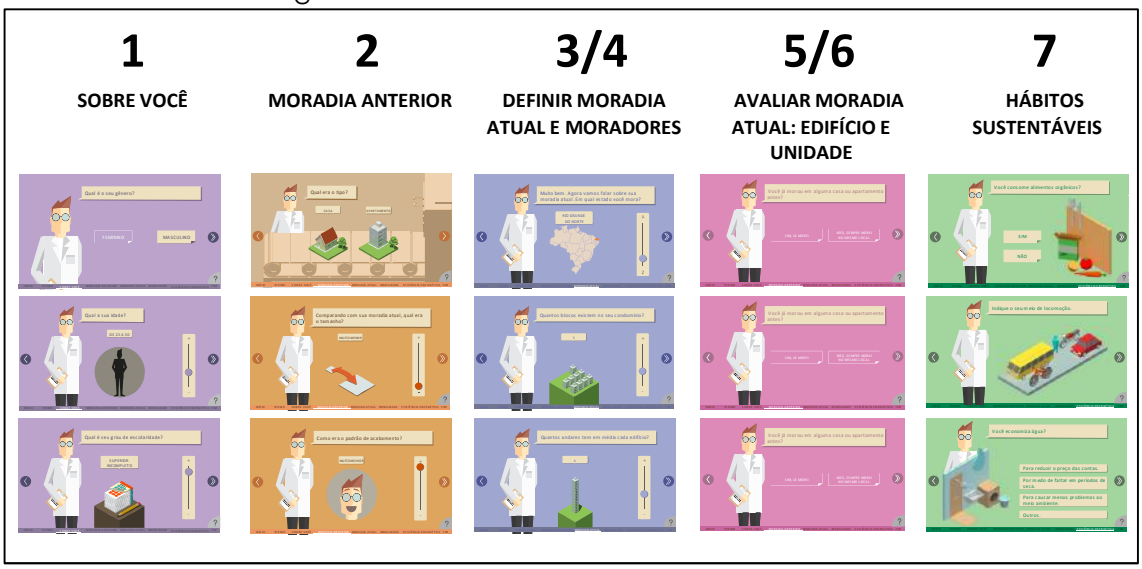


Fonte: Personagem elaborado por Raphael Alves Ribeiro.

Como o intuito de tornar o *game* proposto mais interativo, foi criado um personagem intitulado "Dr. Prancheta" (Figura 4) que tem o objetivo de acompanhar o respondente em praticamente toda a avaliação, surgindo de diferentes formas na tela. A paleta cromática adotada também foi aprimorada em função das consultas a comunidade e da estrutura proposta

para o questionário (Figura 5) (FARINA, PERES e BASTOS, 2006).

Figura 5 – Dinâmica das cores em versão final



Fonte: RIBEIRO, 2015 e SALUSTIANO, 2014.

4 APLICAÇÃO DA APO DIGITAL - estudo de caso na cidade de Uberlândia

Após o desenvolvimento das etapas de pesquisa descritas anteriormente, com o conjunto de *softwares* e interfaces definidos, iniciou-se o planejamento para a aplicação do teste seguindo as etapas: (i) definição do estudo de caso; (iii) definição da amostragem; (iv) contatos e autorizações; (v) aplicação do instrumento; (vi) tabulação e leitura dos resultados; e (vii) indicações para pesquisas futuras. O empreendimento foi escolhido por apresentar uma série de características relevantes para a pesquisa no sentido de potencializar a aplicação do método. Localizado na cidade de Uberlândia, caracteriza-se por um condomínio de edifício de apartamentos, composto por 3 blocos de três diferentes tipologias: dois e três dormitórios (61,05 m² e 94,72m²), além de contar com equipamentos de uso coletivo (piscina, academia, salão de festas, quadra, brinquedoteca, playground).

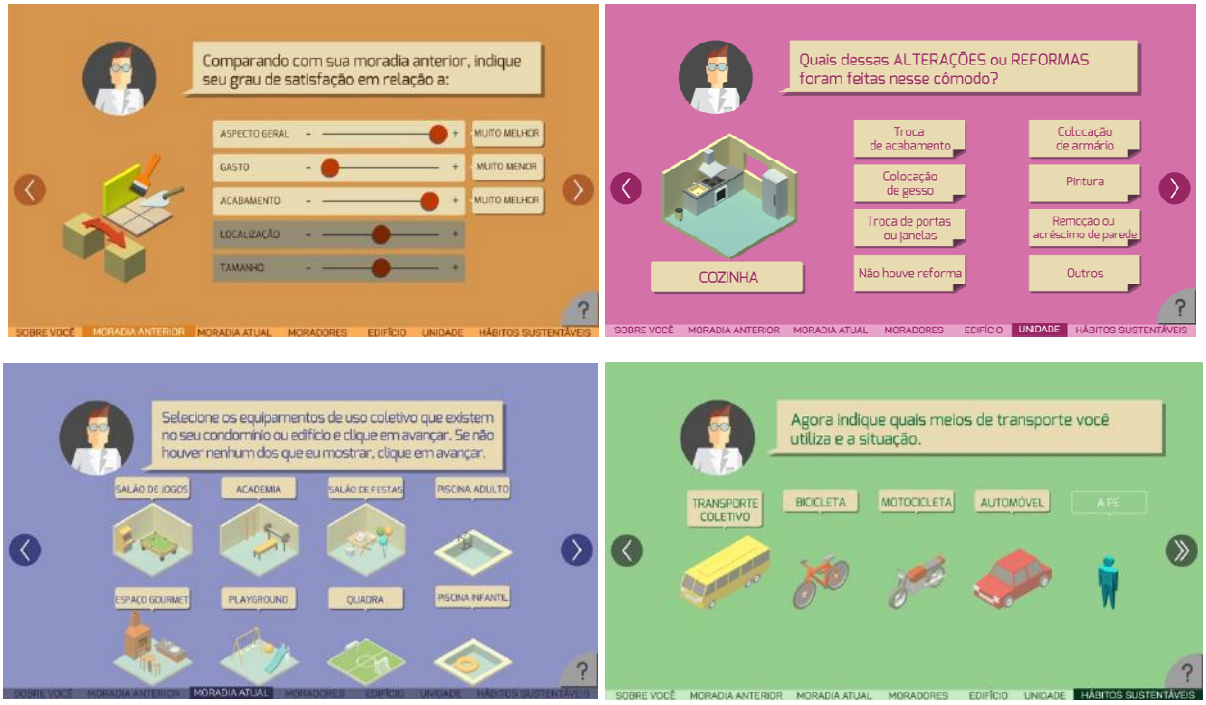
Como o objetivo principal desta aplicação foi de testar a técnica no meio digital, adotou-se uma amostra significativa segundo a variação de faixa etária do entrevistado. Este aspecto pode dar maior variedade a amostra, ampliando as demandas na aplicação do instrumento. Durante a aplicação registros foram feitos pelos entrevistadores no sentido de identificar possíveis problemas e aspectos positivos em relação aos itens apresentados no Quadro 2.

Quadro 2 – Avaliação do desempenho do questionário aplicado em meio digital *tablet* segundo categorização proposta.

Faixa etária avaliada	Funcionamento do equipamento / sistema	Nível de IHC da interface	Compreensão dos termos e informações	Otimização do tempo
De 15 a 35 anos				
De 36 a 60 anos				
Acima de 61 anos				
ESCALAS	**MUITO RUIM**	**RUIM**	**BOM**	**MUITO BOM**

A partir da tabulação dos resultados, análises foram realizadas no sentido de verificar a eficiência do questionário (*game*) em meio digital e propiciar seu aprimoramento. Em aspectos gerais, o game funcionou de maneira satisfatória, observando-se que ao final de cada aplicação os pesquisadores receberam retorno positivo dos respondentes. Notou-se que apesar de otimizar o tempo de aplicação, o game ainda poderia ser melhorado nesse quesito. Identificou-se que, se mais parâmetros de um mesmo objeto analisado fossem condensados em uma tela, poder-se-ia reduzir ainda mais o tempo do questionário, tornando-o mais dinâmico e conciso (Figura 7).

Figura 7 – Algumas telas finais do *game*



Fonte: RIBEIRO, 2015 e SALUSTIANO, 2014.

5 CONCLUSÕES

Os resultados desta pesquisa visam contribuir para os avanços metodológicos na APO em edifícios de apartamentos através do desenvolvimento de interface digitais. Os recursos em meio digital visam minimizar, senão sanar, alguns problemas decorrentes de APOs tradicionais, na medida em que pretendem aumentar a eficiência dos resultados da

avaliação dispondo recursos gráficos mais objetivos e interativos, despertando maior interesse por parte dos respondentes e consequentemente garantindo resultados mais fiéis à realidade.

A partir dos testes realizados com a comunidade, verificou-se que o uso da interface digital aqui apresentada no questionário (*game*) de fato ampliou a eficiência da avaliação. Houve uma significativa ampliação da eficiência e da confiabilidade dos resultados, já que percebemos uma manutenção da privacidade dos moradores avaliados e uma maior interação entre o pesquisador e o respondente, além da redução dos custos da avaliação e da ampliação da eficiência da tabulação dos resultados. Verificou-se também a capacidade gráfica e multimídia do meio digital em potencializar as interações e de se tornar uma ferramenta educativa - não somente de recolha de dados, mas de oportunizar o conhecimento para seus usuários, na medida em que respondentes se mostraram muito mais abertos e envolvidos no processo de avaliação.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos órgãos financiadores desta pesquisa FAPEMIG, CNPq e PROGRAD/UFU.

REFERÊNCIAS

AMBROSE, Gavin; HARRIS, Paul. **Layout**. Porto Alegre: Bookman, 2012.

BARBOSA, S.D.J.; SILVA, B.S. **Interação Humano-Computador**. Editora Campus – Elsevier. 2010.

BORDASS, W.; LEAMAN, A.; ELEY, J. 2006. **A guide to feedback and post-occupancy evaluation. Usable Buildings Trust**, 2006. © The Usable Buildings Trust. Disponível em: <http://goodhomes.org.uk/downloads/members/AGuideToFeedbackAndPostOccupancyEvaluation.pdf>. Acesso em 19jun2012.

BECHTEL, R.; CHURCHMAN, A. (Ed.) **Handbook of Environmental Psychology**. New York: John Wiley & Sons, Inc. 2001.

CHANDLER, Carolyn; UNGER, Russ. **O Guia para Projetar Ux: a experiência do usuário (UX) para projetistas de conteúdo digital, aplicações e web sites**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2010.

COATES, P; ARAYICI, Y; OZTURK, Z. New concepts of Post Occupancy Evaluation (POE) utilizing BIM benchmarking techniques and sensing devices, In: **Sustainability in Energy and Buildings. Smart Innovation, Systems and Technologies**. Volume 12, 2012, pp 319-329.

COLE, R. J. Building environmental assessment methods: redefining intentions and roles. **Building Research & Information**, v. 33, n. 5, 2005, p. 455–467.

CUNNINGHAM, Christopher; ZICHERMANN. **Gamification by Design: implementing game mechanics in web and mobile apps**. Sebastopol: O'Reilly, 2011.

ELALI, G. A.; VELOSO, M. Estudos de Avaliação Pós-Ocupação na Pós-graduação:

uma perspectiva para a incorporação de novas vertentes. **Seminário Internacional Nutau**, 2004, Anais.

FARINA, M.; PEREZ, C.; BASTOS, D. **Psicodinâmica das cores em comunicação**. 5ª edi. São Paulo: Edgar Blucher. 2006.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K; et al. Quality of life and sustainability issues as seen by the population of low-income housing in the region of Campinas. Brazil. **Habitat Internacional**, v. 30, nº4, 2006, p.1100-1114.

KOWALTOWSKI, D. C. C. K; MOREIRA, D. de C.; PETRECHE, J. R. D.; FABRÍCIO, M. M. (orgs.) **O Processo de Projeto em Arquitetura**. São Paulo: Editora Oficina de Textos / FAPESP, 2011. 504p.

LAY, M. C. D.; REIS, A. T. L. Análise quantitativa na área de estudos ambiente-comportamento. **Ambiente Construído**, Porto Alegre: ANTAC – Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, v. 5, n. 2, 2005, p. 21-36.

MALLORY-HILL, S.; PREISER, W.; WATSON, C. **Enhancing Building Performance**. London: Wiley-Blackwell Press. 2012.

ORNSTEIN, S; BRUNA, G; ROMÉRO, M. **Ambiente Construído & Comportamento: A Avaliação Pós-Ocupação e a Qualidade Ambiental**. São Paulo: Studio Nobel, FAU-USP, FUPAM. 1995, 216p.

ORNSTEIN, S. W. Arquitetura, Urbanismo e Psicologia Ambiental: uma reflexão sobre dilemas e possibilidades da atuação integrada. São Paulo: **Revista Psicologia USP**. Editora da Universidade de São Paulo, v. 16 (1/2), 2005, p. 155-165.

PREECE, J. ROGERS, Y. SHARP, H. **Design de Interação: além da interação homem-computador**. Porto Alegre: Bookman. 2005.

RHEINGANTZ, P. De corpo presente: sobre o papel do observador e a circularidade de suas interações com o ambiente construído. In: **Seminário Internacional Nutau**, 2004, São Paulo. Anais, São Paulo. 2004.

RIBEIRO, Gabriel P. N. **RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA PIBIC/CNPQ**. Desenvolvimento da estrutura e elementos gráficos tridimensionais para avaliação pós-ocupação em habitação através de interfaces digitais. Uberlândia (MG); Universidade Federal de Uberlândia, PIBIC/FAPEMIG: Nº 2015-0446, 2015.

SALUSTIANO, Larissa R. **RELATÓRIO FINAL DE PESQUISA DE BOLSA DE GRADUAÇÃO**. Desenvolvimento de interface gráfica para avaliação pós-ocupação em habitação através de interfaces digitais. Uberlândia: Universidade Federal de Uberlândia, PROGRAD/DIREN - Nº 2014PBG-B001359, 2014.

SANTAELLA, Lúcia. **Matrizes da linguagem e pensamento: sonora visual verbal: aplicações na hipermídia**. São Paulo: FAPESP, 2005.

SOMMER, B; SOMMER, R. **A practical guide to behavioral research. Tools and Techniques**. New York: Oxford University Press. 1997.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. Projetar apartamentos com vistas à qualidade arquitetônica a partir dos resultados da avaliação pós-ocupação (APO). **Gestão & Tecnologia de Projetos** , v. 5, 2010, p. 35/115-60.

VILLA, S. B.; SILVA, L. A. Avaliando a qualidade espacial e o modo de vida em edifícios de apartamentos: o caso do Edifício Ouro Preto em Uberlândia. In: SALGADO, M. S.; et al. (Org.). **Projetos Complexos e seus Impactos na Cidade e na Paisagem**. 1ed. Rio de Janeiro: UFRJ/PROARQ; ANTAC. v. 1, 2012, p. 1-240.

VILLA, S. B.; ORNSTEIN, S. W. (Org.) **Qualidade ambiental na habitação: avaliação pós-ocupação**. São Paulo: Oficina de Textos. 2013.

VILLA, S. B. et al. Avaliação Pós-Ocupação em Apartamentos com Interfaces Digitais. In: **III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído VI Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção**, 2013, Campinas. III Simpósio Brasileiro de Qualidade do Projeto no Ambiente Construído VI Encontro de Tecnologia de Informação e Comunicação na Construção. Campinas: Unicamp. 2013.

VILLA, S. B.; LEMOS, S. M.; SALUSTIANO, L. R.; RIBEIRO, G. P. N.; RIBEIRO, R. A. Avaliando a qualidade de apartamentos: o uso da tecnologia e de interfaces digitais para análises pós-ocupacionais. In: **3º CHIEL – Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono**, 2015, São Paulo. Anais do 3º CHIEL – Congresso Internacional de Habitação no Espaço Lusófono. São Paulo: FAU-USP, 2015a.

VILLA, S. B.; LIMA, M. A. V.; GARREFA, F.; LEMOS, S. M. Post-Occupancy Evaluation of Apartments: The Use of Technology and Digital Interfaces to Amplify its Efficiency. In: **Architecture and Resilience on a Human Scale Conference 2015**, 2015, Sheffield – Reino Unido. Architecture and Resilience on a Human Scale Conference 2015, 2015b.5.

VOORDT, T. J.M. van der; WEGEN, H. B.R. **Arquitetura sob o olhar do usuário. Programa de necessidades, projeto e avaliação de edificações**. São Paulo: Editora Oficina de Textos, 2013. 237p.

XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

LUZ E COR EM APARATOS DE EXPOSIÇÃO IMPRESSA: CONTRASTES E PERCEPÇÕES[1]

YOKEMURA, Renan(1); CORREA, Celina(2);

(1) UFPEL, e-mail: renanyokemura@gmail.com; (2) UFPEL, e-mail: celinab.sul@terra.com.br

RESUMO

Cor, luz, percepção e cognição. Quando se trata de aparatos de exposição impressa muitas vezes a acessibilidade é um ponto negligenciado. Princípios como a estética e o grau de atração visual são de fato importantes e devem serem considerados em qualquer projeto. Porém, em tempos onde o direito universal do acesso à informação é evidenciado e incontestado, torna-se pertinente a revisão das recomendações que auxiliam a elaboração desses aparatos. O estudo apresentado nesse artigo teve como principal objetivo observar o contraste entre figura e fundo, ou objeto e fundo em aparatos expositivos que permitam fácil decodificação da mensagem impressa, sob a ótica de usuários com diferentes capacidades visuais. A metodologia envolveu, principalmente, medições de luminância em laboratório e pesquisas de opinião sobre os contrastes preferidos, seja pela facilidade de leitura seja pela composição atrativa, em oito painéis que apresentaram diferentes combinações de cor entre figura e fundo. O presente estudo deverá trazer um avanço no campo do desenho expositivo, destacando as informações que devem ser levadas em consideração nos projetos de arquitetura nos quais a acessibilidade informacional, o desempenho e a satisfação do usuário sejam alvos de interesse do arquiteto.

Palavras-chave: Aparatos de exposição. Contraste. Acessibilidade.

ABSTRACT

Color, light, perception and cognition. When it comes to talking about printed exposure devices, accessibility is usually a neglected point. Principles such as aesthetics and degree of visual appeal are important aspects and should be considered in any project. However, in times when universal right of access to information is evident and unquestioned, it is pertinent to review the recommendations that assist the development of these devices. The study presented in this paper aimed to study the contrast between figure and ground, or object and background in expository devices that allow easy decoding of the printed message, from the perspective of users with different visual capabilities. The methodology involved mainly luminance measurements in the laboratory and opinion polls on preferred contrasts, either by reading ease or the attractive composition in eight panels presenting different color combinations between figure and background. This study attempts to bring advances in the exhibition design field, highlighting the relevant data to take into account in the architectural projects, in which informational accessibility, performance and satisfaction are the targets of interest to the architect.

***Keywords**: Exposure Apparatus. Contrast. Accessibility.*

[1] YOKEMURA, Renan; CORREA, Celina. Luz e cor em aparatos de exposição impressa: contrastes e percepções. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Sob o ponto de vista físico, a luz é definida como a parte do espectro eletromagnético a qual nossos olhos são visualmente sensíveis (LECHNER, 2008). A cor é uma percepção visual provocada pela ação de um feixe de fótons sobre células especializadas da retina, que transmitem através de informação pré-processada ao nervo óptico, impressões para o sistema nervoso. A cor de um objeto é determinada pela luz que reflete em suas moléculas constituintes. Sendo assim, o objeto terá determinada cor se não absorver os raios correspondentes à sua frequência. Portanto, cor e luz estão diretamente relacionadas e fazem parte de um grupo de fenômenos sensitivos capazes de serem percebidos pelo ser humano.

A facilidade de percepção do usuário e a correta decodificação da mensagem visual são fundamentais quando se trata de elaboração de sinalizações visuais e exposições impressas de conteúdo. Porém, uma vez que o acesso à informação se deve dar de maneira universal, é fundamental que os projetos dos aparatos de exposição levem em consideração todos os tipos de usuários, incluindo os que possuem baixo grau de visão, indistintamente.

Segundo a Norma Brasileira de Acessibilidade (ABNT NBR 9050/2015), as informações visuais devem seguir premissas de textura, dimensionamento e contraste para que sejam perceptíveis a pessoas com baixa visão. A legibilidade da informação visual depende da iluminação do ambiente, do contraste e da pureza da cor. Contudo, ao cumprir com estas normas, o aparato deve ser, na medida do possível, atrativo.

Este trabalho de pesquisa é um desdobramento de um estudo de suporte acessível com desenho universal, desenvolvido no âmbito de um museu inclusivo para a UFPEL, em 2013 (CORREA; MICHELON, 2013). O processo experimental envolveu a escolha por contrastes cromáticos que permitissem maior visibilidade a textos e imagens. Para esse fim, submeteu-se a diferentes grupos de usuários (100 pessoas: estudantes e professores universitários, pessoas com problemas de ordem cognitiva e de ordem emocional, estudantes com baixa visão, público alvo em potencial para um museu universitário inclusivo), um conjunto de painéis que combinaram diferentes cores de figura e fundo, e ainda, imagens em branco e preto e imagens coloridas. A pesquisa qualitativa buscava subsídios que representassem a opinião do usuário para o projeto de expositores acessíveis.

2 OBJETIVO DO ESTUDO

O contraste, definido como a relação entre a luminância de um objeto e o seu entorno imediato, é uma medida relativa e, portanto, a sua percepção também é relativa. Desse modo, um objeto pode parecer mais ou menos luminoso dependendo da luminosidade do seu entorno.

Pereira (2007) considera que as relações entre luz, visão e comportamento estão interligadas através dos extratos físico, fisiológico e

psicossocial. O extrato físico, que compreende o conjunto de fatores relativos ao fenômeno físico da luz sobre uma superfície ou sobre um espaço não foi considerado na pesquisa precedente, e, portanto, havia necessidade de avançar-se no sentido das análises quantitativas e suas confrontações com as normas técnicas em vigor.

Sendo assim, esse estudo tem como principal objetivo estabelecer as luminâncias e os contrastes entre figura e fundo sob determinadas condições de luz adequados para uso em aparatos de exposição impressa. Através desse trabalho, espera-se contribuir para opções de contraste de fácil e agradável leitura e decodificação da mensagem visual, para o maior número de pessoas.

3 METODOLOGIA

O principal método escolhido para esse estudo caracteriza-se como experimental baseado em medições ensaiadas em laboratório, com eventos planejados, em ambiente controlado. Também se caracteriza como método quantitativo, porque visa à quantificação das luminâncias e sobre painéis com figura fundo previamente determinadas.

Como objeto de análise foram confeccionados oito painéis de exposição impressa, medindo 40 x 30 cm, cada um apresentando cor de letra e de fundo diferentes, assim configurados: Nº 1 (cor da letra preta, fundo branco); Nº 2 (cor da letra preta, fundo cinza claro); Nº 3 (cor da letra branca, fundo cinza escuro); Nº 4 (cor da letra branca, fundo preto); Nº 5 (cor da letra preta, fundo ocre); Nº 6 (cor da letra branca, fundo marrom); Nº 7 (cor da letra preta, fundo verde oliva); e Nº 8 (cor da letra branca, fundo verde). Esses mesmos painéis foram submetidos, no estudo precedente, à opinião dos usuários buscando conhecer a sua preferência quanto à clareza visual e agradabilidade na visualização do objeto.

Figura 1 – Painéis de exposição impressa analisados

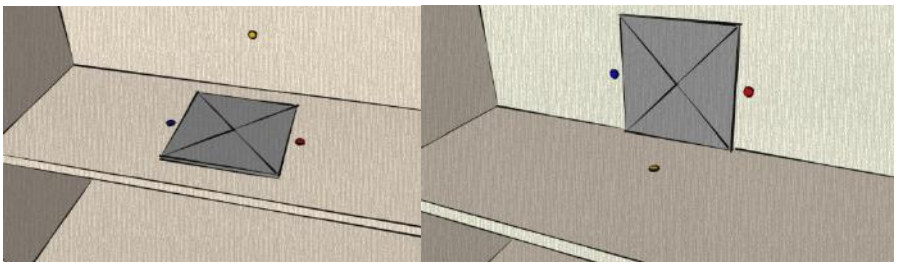


Fonte: Os autores

A primeira etapa do trabalho centrou-se em uma revisão bibliográfica, para que se estabelecesse o estado da arte na área.

Posteriormente, em laboratório, procedeu-se a coleta de dados, que consistiu em medições de iluminância do ambiente (nível de iluminação), e luminâncias sobre o fundo e a figura ou objeto nos painéis experimentais, e também no entorno próximo dos mesmos. Os instrumentos utilizados para as medições foram um luxímetro e um luminancímetro, que foram devidamente calibrados antes do início das medições. As medições ocorreram com os painéis na posição horizontal e vertical, na altura do plano de trabalho (76 cm do chão), em dois pontos centrais do painel: Ponto 1 (sobre a letra) e Ponto 2 (sobre o fundo) . Afim de que se conhecessem os valores de luminância do entorno próximo do painel, outros três pontos foram medidos, dtodos a 30 cm do painel, conforme posições ilustradas na Figura 2, abaixo.

Figura 2: Pontos de medição de luminâncias do entorno próximo, com painel na posição horizontal (à esquerda) e com painel na posição vertical (à direita).



Fonte: Os autores

Posteriormente, a partir dos valores de luminância, foram calculados os contrastes, e então analisados sob a ótica da norma NBR9050 e sob a ótica da preferência de usuários de diferentes capacidades visuais e cognitivas.

O contraste, segundo a Norma Brasileira de Acessibilidade, ABNT NBR9050/2015, é a diferença de luminância entre uma figura e o fundo. Para determinar a diferença relativa de luminância, o LRV (valor de luz refletida) da superfície deve ser conhecido. A medição do contraste visual deve ser feita através do LRV na superfície. O LRV é medido na escala de 0 a 100, sendo que 0 é o valor do preto puro e 100 é o valor do branco puro. Entretanto, a norma anterior, ABNT NBR 9050/2004 recomendava o uso de cores (cor do objeto em relação ao fundo) com contraste entre 70% e 100% (objeto claro sobre fundo escuro ou objeto escuro sobre fundo claro) para placas de sinalização ou informativas.

Neste trabalho, quantitativamente o contraste foi determinado pela expressão:

$$C = (Lobj. – Lfundo) / Lfundo \qquad [1]$$

Onde
Lobj = luminância do objeto (letra)
L fundo = luminância do fundo

4 RESULTADOS

Os resultados obtidos nas medições realizadas em laboratório são apresentadas nas tabelas a seguir. As tabelas 1 e 2 apresentam o resultado das medições de iluminância do ambiente e das medições de luminância dos pontos do entorno dos painéis.

Tabela 1 – Dados lumínicos do entorno dos painéis em posição horizontal

Nº do painel	Iluminância (lux) sobre o painel	Luminância (cd/m²) Ponto 3 (30 cm à esquerda)	Luminância (cd/m²) Ponto 4 (30 cm à direita)	Luminância (cd/m²) Ponto 5 (30 cm acima)
1	482	95,07	163,20	98,97
2	479	96,70	147,20	97,34
3	490	101,18	141,70	94,88
4	478	96,55	138,50	91,09
5	494	98,05	136,90	94,34
6	460	94,05	142,70	92,47
7	486	97,01	142,40	93,92
8	475	100,50	147,40	94,57

Fonte: Os autores

Tabela 2 – Dados lumínicos do entorno dos painéis em posição vertical

Nº do painel	Iluminância (lux) sobre o painel	Luminância (cd/m²) Ponto 3 (30 cm à esquerda)	Luminância (cd/m²) Ponto 4 (30 cm à direita)	Luminância (cd/m²) Ponto 5 (30 cm à frente)
1	581	92,37	117,00	103,80
2	559	92,66	119,80	100,90
3	560	95,95	119,40	106,70
4	557	90,75	113,80	100,90
5	566	90,52	118,00	100,30
6	565	90,61	117,90	117,40
7	572	89,61	117,20	101,30
8	554	90,01	118,50	99,08

Fonte: Os autores

As tabelas 3 e 4 apresentam os valores de luminância coletados sobre a figura (letra) e o fundo de cada painel e os contrastes calculados.

Tabela 3 – Valores médios de iluminância e contraste das placas em posição horizontal

Nº da placa	Cor da Letra	Cor do Fundo	Luminância na Letra (cd/m²)	Luminância no fundo (cd/m²)	Contraste (%)
1	Preto	Branco	138,35	201,9	31%
2	Preto	Cinza claro	101,45	147,25	31%
3	Branco	Cinza escuro	87,94	62,72	40%
4	Branco	Preto	55,77	12,91	331%
5	Preto	Ocre	83,54	139,15	39%
6	Branco	Marrom	64,67	41,23	56%
7	Preto	Oliva	51,77	82,17	36%
8	Branco	Verde	87,06	47,72	82%

Fonte: Os autores

Tabela 4 – Valores médios de iluminância e contraste das placas em posição vertical

Nº da placa	Cor da Letra	Cor do Fundo	Iluminância na Letra (cd/m²)	Iluminância no fundo (cd/m²)	Contraste (percentual)
1	Preto	Branco	124,65	171,70	27%
2	Preto	Cinza claro	79,70	101,13	21%
3	Branco	Cinza escuro	69,46	53,93	28%
4	Branco	Preto	42,68	10,77	296%
5	Preto	Ocre	77,83	108,07	27%
6	Branco	Marrom	53,28	33,43	59%
7	Preto	Oliva	56,63	81,00	30%
8	Branco	Verde	61,14	39,63	54%

Fonte: Os autores

Observou-se, primeiramente, que as relações entre os contrastes obtidos nas medições nos painéis colocados na posição horizontal e vertical foram similares.

A Norma Brasileira de Acessibilidade (ABNT NBR 9050/2004) recomendava o uso de cores (cor do objeto em relação ao fundo) com contraste entre 70% e 100% (objeto claro sobre fundo escuro ou objeto escuro sobre fundo claro) para placas de sinalização ou informativas. Numa observação preliminar dos resultados, observou-se que a maior parte dos painéis analisados, quando sob um nível de iluminação em torno dos 500 lux, não obedece a essa relação de contraste recomendada pela norma de acessibilidade.

Entretanto, a relação de contraste que esta norma sugeria não levava em consideração a proporção de tamanho entre a figura (a letra) e o fundo do aparato (painel). Ou seja, parece ser que a norma referia-se a valores de contrastes considerados a partir de valores teóricos de luminância das cores. Buscando-se então uma aproximação a esses valores, calculou-se o contraste teórico, a partir das luminâncias medidas isoladamente, como por exemplo, a luminância do preto do painel foi então considerada para figura e fundo quando à cor preto se referia.

Tabela 5 – Valores médios de luminância e contraste teórico das placas em posição horizontal

Nº da placa	Cor da Letra	Cor do Fundo	Luminância na Letra (cd/m²)	Luminância no fundo (cd/m²)	Contraste teórico (%)
1	Preto	Branco	12,91	201,9	93%
2	Preto	Cinza claro	12,91	147,25	91%
3	Branco	Cinza escuro	201,9	62,72	221%
4	Branco	Preto	201,9	12,91	1463%
5	Preto	Ocre	12,91	139,15	90%
6	Branco	Marrom	201,9	41,23	389%
7	Preto	Oliva	12,91	82,17	84%
8	Branco	Verde	201,9	47,72	323%

Fonte: Os autores

Tabela 6 – Valores médios de luminância e contraste teórico das placas em posição vertical

Nº da placa	Cor da Letra	Cor do Fundo	Luminância na Letra (cd/m²)	Luminância no fundo (cd/m²)	Contraste teórico (percentual)
1	Preto	Branco	10,77	171,70	93%
2	Preto	Cinza claro	10,77	101,13	89%
3	Branco	Cinza escuro	171,70	53,93	218%
4	Branco	Preto	171,70	10,77	1494%
5	Preto	Ocre	10,77	108,07	90%
6	Branco	Marrom	171,70	33,43	413%
7	Preto	Oliva	10,77	81,00	86%
8	Branco	Verde	171,70	39,63	333%

Fonte: Os autores

Analisando as tabelas 5 e 6 pode-se perceber que desta forma, quatro das oito placas ficariam então dentro dos padrões de percentual de

constraste estabelecidos pela norma, antes da sua revisão. Percebe-se, também, que o restante das placas apresentariam valores superiores a 100%.

Contudo, ao considerar esses valores de contraste como os ideais, sem considerar as proporções de áreas de superficie de cada cor, a norma ignorava o princípio da relatividade da luminância, que faz com que a luminância de um ponto seja influenciada pela iluminância do seu entorno imediato. Desconsiderando, dessa forma, a real percepção do contraste pelo usuário e podendo então dificultar as suas faculdades cognitivas.

Entretanto, esta norma foi revisada e atualizada e trouxe, no ano de 2015, uma nova forma de medição e classificação de contrastes. A medição deve ser feita através da diferença de LRV das cores (valor de luz refletida), sendo zero o valor de LRV da cor preta absoluta e 100 o valor da cor branca absoluta. Dessa forma, recomenda-se uma diferença de 30 pontos ou mais de contraste para áreas amplas (parede, piso, portas, teto) e 60 pontos ou mais para textos informativos.

No intuito de comparar os valores obtidos com a norma brasileira vigente (ABNT NBR 9050/2015), buscou-se valores de LRV de cores referenciais e por semelhança, às usadas nos aparatos de teste. Apresenta-se na tabela abaixo os valores de LRV para cor de letra e fundo e os valores de contraste resultantes da diferença de LRV das cores de letra e fundo. Considerando que as cores preto e branco absolutos são praticamente impossíveis de serem obtidas, atribuiu-se o valor de 1 LVR para a cor preta e 99 LVR para a cor branca.

Tabela 7 – Valores de LVR das cores e diferença de contraste na escala

Nº da Placa	LVR da cor da letra	LVR da cor do fundo	Diferença na escala
1	Preto - 1	Branco - 99	98
2	Preto - 1	Cinza Claro - 42	41
3	Branco - 99	Cinza Escuro - 8	91
4	Branco - 99	Preto - 1	98
5	Preto - 1	Ocre - 62	61
6	Branco - 99	Marrom - 9	90
7	Preto - 1	Oliva - 35	34
8	Branco - 99	Verde - 21	78

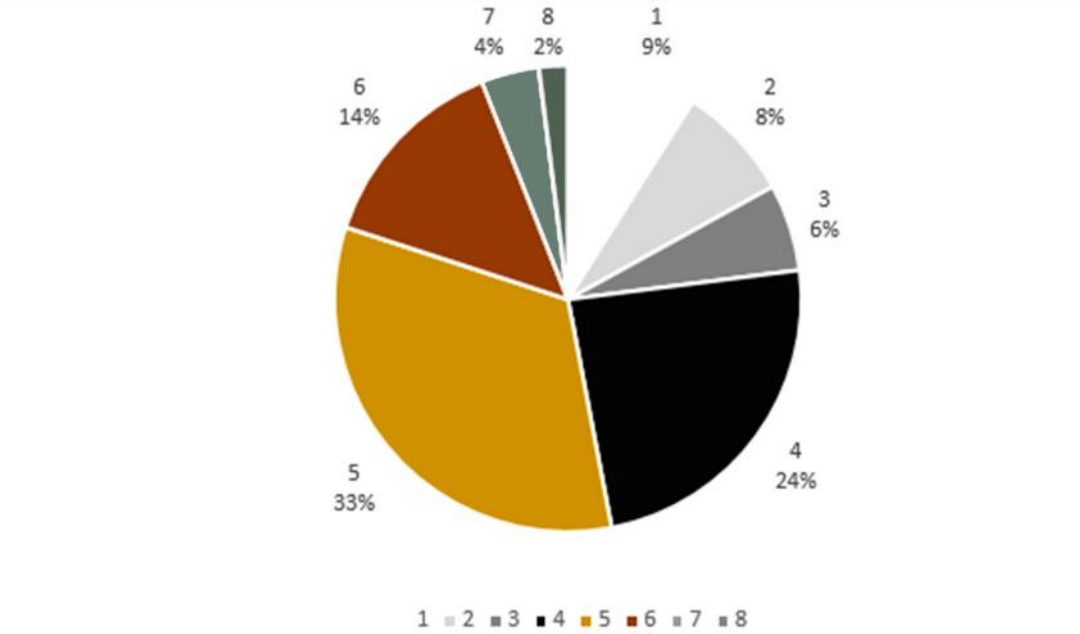
Fonte: Os autores

Observa-se que, dentre os valores de contraste obtidos, todas as painéis estudados cumprem com o valor mínimo para áreas amplas. Quanto ao valor mínimo para sinalizações informativas, somente os aparatos de teste 2 e 7 não cumprem o requisito.

Por outro lado, tornou-se relevante a comparação desses achados numéricos com a preferência apontada por um grupo muito diverso de usuários, quando submetidos a uma pesquisa de opinião. Cem pessoas,

estudantes e professores universitários, pessoas com problemas de ordem cognitiva e de ordem emocional, estudantes com baixa visão, público alvo em potencial para um museu universitário inclusivo) foram colocados frente aos paineis experimentais, e os resultados são apresentados no gráfico abaixo.

Gráfico 1 – Resultado da pesquisa de opinião quanto a preferência por contrastes



Fonte: Os autores

Pode-se observar que segundo a ótica do usuário, o painel que apresenta o maior percentual de preferência (33%) quando se trata da facilidade de cognição da mensagem exposta e conforto visual é o de número cinco: figura (letra) em preto sobre fundo ocre. Ao voltar a atenção para as tabelas 5, 6 e 7, nota-se que o percentual de contraste teórico dessa combinação de cores do painel está dentro das recomendações impostas pela Norma de Acessibilidade NBR 9050/2004, e que o contraste sugerido pela NBR 9050/15 também é cumprido. Porém, o contraste real, que considera as proporções de tamanho e influência do entorno imediato no ponto central onde foram tomadas as medidas de luminância é bastante inferior a estes parâmetros. O segundo painel em preferência dos usuários foi o de número 4, que apresentava figura (letra) em branco e fundo preto, combinação essa consagrada como de alto contraste nas normas aqui referidas.

5 CONCLUSÕES

O presente estudo evidencia pontos interessantes a serem discutidos a respeito da acessibilidade se tratanto do grau de percepção e cognição de informações expostas em aparatos impressos.

Foi observado ao longo do trabalho que levar em consideração somente a luminancia das cores de figura e fundo de uma mensagem visual para que se obtenha informações sobre o contraste pode gerar parâmetros que não condizem necessáriamente com a real percepção do usuário. Seria interessante que fossem consideradas as proporções entre as áreas de figura e fundo além dos dados de contraste. Observou-se que realmente a luminancia do entorno influencia o próprio próprio valor de luminância dos aparatos de exposição impressa, e considerá-lo na determinação do contraste geraria resultados mais coesos com a real percepção do usuário.

Este estudo deverá trazer um avanço no campo do desenho expositivo, destacando as informações que devem ser levadas em consideração nos projetos de arquitetura nos quais, a acessibilidade informacional, o desenho universal, o adequado desempenho congnitivo e a satisfação do usuário sejam alvo de interesse dos arquitetos e das instituições.

REFERÊNCIAS

LETCHER, Norbert. **Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects**. 3ed. reimp. New Jersey: John Wiley & Sons, 2008. 697p.

BAKER, N.; FANCHIOTTI, A.; STEEMERS, K. **Daylighting in architecture: A European reference book**. 1ed. London: James &James, 1993. 380p.

ABNT NBR 9050/2004: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 9050/2015**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2004.

_____. **NBR 5461**: Iluminação. Rio de Janeiro, 1991.

CORREA, C.M.B.; MICHELON, F.F. **Expografia acessível: estudo de suporte expográfico com desenho universal**. Revista Memória em rede/ Pelotas/RS, v.5, n.9, p.1-19, 2013

PEREIRA, D**. Iluminação: Teoria e Projetos**. São Paulo: Érica, 2007.

UFPR. **Cor: Fenômeno Ótico.** Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 26jul. 2009. Dicas. Acessado em 20jul. 2015. Online. Disponível em: http://www.ufpa.br/dicas/htm/htm-cor4.html

Organização

FAUUSP

ipt INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS

ESCOLA POLITÉCNICA DA USP

Co-organização

SindusCon SP
O Sindicato da Construção

2016

Promoção

ANTAC

Patrocínio Ouro

SAINT-GOBAIN

CAIXA

BRASIL
GOVERNO FEDERAL

Patrocínio Prata

ANICER
ASSOCIAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA CERÂMICA

Apoio

PRCEU USP

FAPESP

CNPq

CAPES

BenefícioSP

SÃO PAULO convention & visitors bureau
visitesaopaulo.com

SÃO PAULO É TUDO DE BOM