

ANAIS DO



**SIBRAGEC
ELAGEC
2015**

**07 a 09 de outubro de 2015
São Carlos / SP**



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

Dayana Bastos Costa (org.)

Fernanda Aranha Saffaro (org.)

Salvador Garcia Rodriguez (org.)

Sheyla Mara Baptista Serra (coord.)

**9º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e
6º Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da
Construção: novos modelos e abordagens para gestão das
construções em países ibero-americanos (SIBRAGEC ELAGEC
2015)**

**9º Simposio Brasileño sobre Gestión y Economía de la
Construcción y 6º Encuentro Latinoamericano de Gestión y
Economía de la Construcción: nuevos modelos y abordajes
para la gestión de las construcciones en países ibero-
americanos (SIBRAGEC ELAGEC 2015)**

**9º Brazilian Symposium on Construction Management and
Economics and 6º Latin American Conference on
Construction Management and Economics: new models and
approaches for construction management in Ibero-American
countries (SIBRAGEC ELAGEC 2015)**

1ª edição

São Carlos

Marketing Aumentado

2015



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

FICHA CATALOGRÁFICA / FICHA CATALOGRÁFICA

Ficha catalográfica preparada por Marketing Aumentado

S612a 2015	<p>Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (9^o: 2015: São Carlos, SP) e Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção (6^o: 2015: São Carlos, SP)</p> <p>Anais [do] 9^o Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 6^o Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção: novos modelos e abordagens para gestão das construções em países Ibero-americanos (SIBRAGEC ELAGEC 2015) [livro eletrônico] / coordenadora: Sheyla Mara Baptista Serra; organizadores: Dayana Bastos Costa; Fernanda Aranha Saffaro; Salvador Garcia Rodriguez. São Carlos, SP: Marketing Aumentado, 2015.</p> <p>Vários autores. ISBN: 978-85-67169-04-0 (PDF) ISSN: 2318-7077 (SIBRAGEC)</p> <p>1. Engenharia civil – congressos. 2. Gestão e Economia da Construção. I. 9^o Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção e 6^o Encontro Latino Americano de Gestão e Economia da Construção: Novos modelos e abordagens para gestão das construções em países Ibero-americanos (SIBRAGEC ELAGEC 2015) (São Carlos: 2015). II. Serra, Sheyla Mara Baptista (coord.). III. Costa, Dayana Bastos (org.). IV. Saffaro, Fernanda Aranha (org.). V. Rodriguez, Salvador Garcia (org.). VI. Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC). IV. Título.</p>
---------------	---



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

APRESENTAÇÃO

O Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção (SIBRAGEC) e o Encuentro Latinoamericano de Gestión y Economía de la Construcción (ELAGEC) são os principais fóruns acadêmicos de integração e intercâmbio do conhecimento acadêmico com o setor produtivo na área de Gestão e Economia da Construção no Brasil e na Ibero América, respectivamente.

Esta 9ª Edição do SIBRAGEC e 6ª edição do ELAGEC retoma a edição conjunta dos eventos, ocorrida inicialmente em 2005, e tem como tema central “**Novos modelos e abordagens para gestão das construções em países Ibero-americanos**”, a partir do qual se pretende discutir o cenário atual de desenvolvimento gerencial e tecnológico da Construção Civil frente aos desafios futuros.

Com programação diversificada, este evento conta com a participação de palestrantes de diferentes nacionalidades, trazendo experiências e visando à formação e o fortalecimento de grupos de pesquisa e de intercâmbio internacional. Há, também, painéis com a apresentação de integrantes do setor produtivo e industrial para debater gargalos e oportunidades para o desenvolvimento sustentável do setor e minicursos abordando assuntos correlatos à temática do evento.

Nesta edição, três diferentes modalidades de artigos para disseminação e discussão da produção científica em Gestão e Economia da Construção foram incluídos:

- a) artigos aprovados na Edição Especial em Gestão e Economia da Construção da Revista Ambiente Construído, Volume 16, Número 4 (2015) para a disseminação de pesquisas consolidadas. Este artigos poderão ser acessados pelo site: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido>;
- b) artigos de congresso, modalidade tradicionalmente inserida nos eventos SIBRAGEC e ELAGEC, na qual são apresentados resultados de pesquisas em artigos compactos;
- c) artigos de pós graduação, modalidade em que os alunos de mestrado e doutorado têm a oportunidade de discutir sua pesquisa com uma banca de pesquisadores seniores. Esta última modalidade foi inserida pela primeira vez neste evento com o propósito de contribuir para melhoria da qualidade das pesquisas de pós graduação nos países ibero-americanos.

Estes Anais apresentam 72 artigos de congresso e 10 artigos de pós graduação aprovados no SIBRAGEC-ELAGEC 2015.

Cordialmente,

Coordenação Científica e Organizadora do SIBRAGEC-ELAGEC 2015



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PRESENTACIÓN

El Simposio Brasileño de Gestión y Economía de la Construcción (SIBRAGEC) y el Encuentro Latinoamericano de Gestión y Economía de la Construcción (ELAGEC) son los principales fóruns académicos de integración e intercambio de conocimiento académico con el sector productivo en el área de Gestión y Economía de la construcción en Brasil y en la Iberoamérica latina, respectivamente.

Esta 9ª Edición del SIBRAGEC y 6ª edición del ELAGEC retoman la edición conjunta de los eventos, ocurrida inicialmente en 2005, y tiene como tema central **“Nuevos modelos y abordajes para la gestión de las construcciones en países iberoamericanos”**, a partir del cual se pretende discutir el escenario actual de desarrollo gerencial y tecnológico de la Construcción frente a los desafíos futuros.

Con una programación diversificada, este evento cuenta con la participación de ponentes de diferentes nacionalidades, trayendo experiencias y con el objetivo de la formación y fortalecimiento de grupos de investigación y de intercambio internacional. Habrá, también, paneles con la presentación de integrantes del sector productivo e industrial para debatir “cuellos de botellas” y oportunidades para el desarrollo sostenible del sector y minicursos abordando asuntos relacionados a la temática del evento.

En esta edición, tres modalidades de artículos para la disseminación y discusión de la producción científica en Gestión y Economía de la Construcción fueron incluidos:

- a) artículos aprobados en la Edición Especial en Gestión y Economía de la Construcción de la Revista Ambiente Construido, Volumen 16, Número 4 (2015) para la disseminación de investigaciones consolidadas. Estos artículos podrán ser accedidos por la página web: <http://seer.ufrgs.br/index.php/ambienteconstruido>;
- b) artículos de congreso, modalidad tradicionalmente inserta en los eventos SIBRAGEC y ELAGEC, en la cual son presentados los resultados de las investigaciones en artículos compactos;
- c) artículos de posgrado, modalidad en que los alumnos de maestría y doctorado tiene la oportunidad de discutir su investigación con un jurado de investigadores seniors. Esta última modalidad fue añadida por la primera vez en este evento con el propósito de contribuir para la mejoría de la calidad de las investigaciones de posgrado en los países iberoamericanos.

Estos Anales presentan 72 artículos de congreso y 10 artículos de posgrado aprobados en el SIBRAGEC-ELAGEC 2015.

Cordialmente,

Coordinación Científica y organizadora del SIBRAGEC-ELAGEC 2015



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

COMITÊ ORGANIZADOR / COMITÉ ORGANIZADOR

Universidade Federal de São Carlos e Universidade de São Paulo – São Carlos

Sheyla Mara Baptista Serra (coordenadora geral)

Almir Sales

Douglas Barreto

Fernanda Giannotti da Silva Ferreira

Itamar Aparecido Lorenzon

José Carlos Paliari

José da Costa Marques Neto

Juliana Petermann Moretti

Ludimilla de Oliveira Zeule

Márcio Minto Fabrício

Kelen Almeida Dornelles

COMITÊ CIENTÍFICO / COMITÉ CIENTÍFICO

Dayana Bastos Costa – Universidade Federal da Bahia (UFBA) – Brasil

Fernanda Aranha Saffaro – Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Brasil

Salvador Garcia Rodriguez – Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM) – México

Ercilia Hitomi Hirota – Editora da revista Ambiente Construído

INSTITUIÇÕES ORGANIZADORAS / INSTITUCIONES ORGANIZADORAS

Organização: Departamento de Engenharia Civil (DECiv) e Programa de Pós-graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECIV) da Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) / Instituto de Arquitetura e Urbanismo (IAU) e Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo (PPGAU) da Universidade de São Paulo (USP).

Comissão Científica: Universidade Federal da Bahia (UFBA), Universidade Estadual de Londrina (UEL) e Instituto Tecnológico de Monterrey (ITESM), México.

Promoção: Grupo de Trabalho em Gestão e Economia da Construção (GEC) da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído (ANTAC).



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

AVALIADORES DO SIBRAGEC-ELAGEC 2015 / EVALUADORES DEL SIBRAGEC-ELAGEC 2015

Adriana Santos	Fernando Hernandez	Maria Carolina
Alberto Caballero	Flavio Picchi	Brandstetter
Alberto Lordsleem	Francisco Cardoso	Maria Dolores Aires
Alexsandra Meira	Francisco Gabriel Silva	Maria Lucia Carvalho
Alfredo Iarozinski	Gladis Camarini	Mércia Bottura
Ana Freitas	Hector Diaz	Michele Thereza Carvalho
Ana Oliveira	Hernando Vargas	Miguel Davis
Andrea Kern	Iamara Bulhões	Mónica Alonso
Andrea Yuba	Idelin Vega	Nelma Araújo
Arioaldo Granja	Itamar Lorenzon	Nirce Medvedovski
Arivaldo Amorim	Jardel Gonçalves	Noé Flores
Aron Petrucci	Javier Irizarry	Orestes Gonçalves
Ava Barbosa	Jose Barros Neto	Pablo Orihuela
Carlos Formoso	José Fernando Mangili Jr	Patricia Flores
Cecilia Rocha	José Krüger	Patricia Fontanini
Cheng Yee	Jose Luis Tienda	Patricia Tillmann
Clarice Degani	José Miotto	Patricia Tzortzopoulos
Claudio Metidirei	José Paliari	Paulo Andery
Cristine Mutti	Jose Savatierra	Pere Ribot
Daniel Castro	José Teixeira	Regina Ruschel
Daniela Viana	Juliana Brito	Renato Neves
Débora Santos	Juliani Piai	Reymard Savio
Diego Souza	Kevin Luna	Ricardo Carvalho
Edesio Jungles	Lisiane Librelotto	Ricardo Codinhoto
Edna Possan	Lisiane Lima	Ricardo Machado
Eduardo Castañares	Lorena Zazueta	Ricardo Mendesjr
Eduardo Isatto	Luci de Mori	Ricardo Oliveira
Eduardo Qualharini	Luciana Brandli	Rosa Sposto
Eduardo Silverio	Luciani Lorenzi	Sara Biscaya
Elaine Alberte	Lucila Sommer	Sergio Kemmer
Eliane Monetti	Luis Alarcón	Sergio Leusin
Eliane Simões	Luis Fernando Botero	Sheyla Serra
Elvira Lantelme	Luis Otávio de Araujo	Tarcisio Saurin
Emerson Ferreira	Luiz Heineck	Thais Alves
Ercilia Hirota	Marcelle Bridi	Ubiraci Souza
Eugenio Pellicer	Marcelo Azambuja	Ulisses Muramim
Eulália Negrelos	Marcelo Costella	Vanessa Campos
Fabricio Cambraia	Márcia Freitas	Wanessa Fazinga
Fernanda Costa	Marcio Fabricio	Xavier Brioso
Fernanda Marchiori	Marco Gonzalez	
Fernanda Safarro	Maria Aparecida Hippert	
Fernando Fernandes		



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ARTIGOS - ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

Gestão da Produção

Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística

Gestão de Contratos, Aquisições, Custos e Riscos

Gestão e Desempenho das Edificações

Gestão de Pessoas e do Ambiente de Trabalho

Gestão Sustentável na Construção

Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção

Desenvolvimento do Produto, Gestão de Projetos e Gestão de Requisitos

Artigos de Pós-Graduação / Artículos de Posgrado



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

SUMÁRIO

FICHA CATALOGRÁFICA	02
APRESENTAÇÃO	03
PRESENTACIÓN	
COMITÊ ORGANIZADOR	04
COMITÊ CIENTÍFICO	04
INSTITUIÇÕES ORGANIZADORAS	04
AVALIADORES DO SIBRAGEC-ELAGEC 2015	05
ARTIGOS - ÁREAS TEMÁTICAS	06
Artigos de Congresso / Artículos de Congreso	
Gestão da Produção / Gestión de la Producción	14
Implementação da ferramenta Kanban para gestão da produção e distribuição de traços de argamassa e concreto no canteiro de obras: estudo de caso em Maceió/AL	15
<i>NEUMANN, Jean Vitor Moura; SILVA JÚNIOR, Carlos André Vieira; WEBER, Adriana de Oliveira Santos; WEBER, Ismael</i>	
Mapeamento das perdas em obras de edificações residenciais: estudo realizado nos serviços de alvenaria, chapisco e reboco	22
<i>SILVA, Andressa Soares da; SANTOS, Cícero Marciano da Silva; SOUZA FILHO, Wagner Batista de</i>	
Análise da produção científica sobre padronização na construção civil de 2010 a 2014	31
<i>OLIVEIRA, Camilla Araújo Coelho; SANTANA, Júlio Cesar Oliveira; VIANA NETO, Luis Antônio da Cunha; SANTOS, Débora de Gois</i>	
Investigação do comportamento enxuto de empresas construtoras de médio porte	40
<i>CRUZ, Herbert Melo; SANTOS, Débora de Gois</i>	
Entornos y Sistemas de Producción en Construcción - Relación con la Evolución de la Aplicación de Lean Construction en Colombia	48
<i>CANO, Sandra; FAJARDO, Marcela; BOTERO, Luís; RUBIANO, Oscar</i>	
Barreras y factores de éxito que impactan la implementación de Lean Construction	56
<i>CANO, Sandra; DELGADO, Jonathan; BOTERO, Luis; RUBIANO, Oscar</i>	
Behavior in terms of delays and cost overrun of the construction of public infrastructure in Colombia	65
<i>VALLEJO-BORDA, Jose Agustin; GUTIERREZ-BUCHELI, Laura Andrea; PELLICER, Eugenio; PONZ-TIENDA, Jose Luis</i>	
Implementación de Location-Based Management System (LBMS): Caso de estudio en Colombia	73
<i>BOTERO, Luis Fernando; VÁSQUEZ, Alejandro</i>	



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

Proposta didática para comparação entre métodos de planejamento tradicionais e Lean	81
<i>POGET, Micaël; GRANJA, Ariovaldo Denis</i>	
Potencial de redução do prazo de empreendimento através da aplicação de linha de balanço	90
<i>CARDIM, Rafael Fleury; PICCHI, Flávio Augusto</i>	
Desarrollo de un índice para el control de avance de proyectos de construcción de vivienda durante su ciclo de vida	99
<i>CABALLERO, Alberto; GARCÍA, Salvador; CREMADES, Lázaro</i>	
Implementación de un sistema integrado de gestión con énfasis en calidad y medio ambiente	108
<i>MEDINA, Liliana; PEREIRA, Ruth; BOGADO GONZALEZ MAYA, Jorge</i>	
Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística / Gestión de la Cadena de Suministros y Logística	116
Os papéis que diferenciam às empresas executoras de serviços de obras	117
<i>OVIEDO HAITO, Ricardo Juan José; CARDOSO, Francisco Ferreira</i>	
Configuração da cadeia de suprimentos uma empresa do setor moveleiro: estudo de caso em empresa de móveis projetados	125
<i>SANTOS, Cícero Marciano da Silva; CARVALHO, Mariane Rodrigues; FERREIRA, Anny Eloyse de Araújo</i>	
Estudo do setor de suprimentos de uma construtora com abordagem no lean office	133
<i>ROSSITI, Ivan Sanchez Malo; SERRA, Sheyla Mara Baptista</i>	
Mapeamento do fluxo de valor na análise técnica de empreendimentos habitacionais populares	141
<i>AGOSTINHO, Henrique Leite; PICCHI, Flávio Augusto</i>	
Análise de canteiros de obras com o uso de simulação computacional e mapeamento de fluxo	150
<i>ARAÚJO, Alexandre V.; VIVAN, André L.; ORTIZ, Felipe A. H.; PALIARI, José C.</i>	
Desarrollo del módulo Gestión logística interno en obras de construcción, en la plataforma GICO	158
<i>BOTERO, Luis Fernando; VÁSQUEZ, Alejandro</i>	
Avaliação do impacto da logística de produção e distribuição das argamassas em canteiros de obra	167
<i>SOARES, Bruno R.; BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O.; CARASEK, Helena; MELLO, Ana C. J.; COUTINHO, Leonardo R. S.</i>	
Gestão de Contratos, Aquisições, Custos e Riscos / Gestión de Contratos, Adquisiciones, Costes y de Riesgos	177
Os principais problemas relacionados à gestão de subempreiteiros em obras de edificações	178
<i>MAGALHÃES, Rachel Madeira; MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito</i>	
Processo de contratação de serviços de empreitada e o seu impacto em obras de edificação	186
<i>DUCA, Adriana Guimarães; ANDERY, Paulo Roberto Pereira</i>	
La interventoría como forma de supervisión de proyectos: la experiencia colombiana	196
<i>ROMERO, Camilo; VARGAS, Hernando</i>	
Perfil de relacionamento das construtoras em selecionar e mudar fornecedores de materiais	205
<i>SOUZA, André Luiz; JUNGLES, Antônio Edésio; MARCHIORI, Fernanda</i>	



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

Perfil de desempenho dos fornecedores ao longo do tempo de relacionamento com as construtoras	213
<i>SOUZA, André Luiz; JUNGLES, Antônio Edésio; MARCHIORI, Fernanda</i>	
Desdobramento da perspectiva financeira do Balanced Scorecard: análise de uma empresa construtora	221
<i>VIEIRA, João Paulo Pierre; CÂNDIDO, Luis Felipe; MOTA, Bruno Pontes; BARROS NETO, José de Paula</i>	
Elaboração de histograma de mão de obra a partir da teoria de curva de agregação de recursos	229
<i>REIS, Caio José Losada Reis; MENDONÇA, Marcelly de Figueiredo; SANTANA, Wylliam Bessa; MAUÉS, Luiz Maurício Furtado</i>	
Composição de custos na construção civil utilizando princípio de custeio por absorção e método ABC	238
<i>GOMES NETO, José Augusto; SANTOS, Cícero Marciano Silva</i>	
Gerenciamento de risco na construção civil: teoria x prática	246
<i>SANTOS, Rúbia Bernadete Pereira dos; ISATON, Camila; JUNGLES, Antônio Edésio; SILVA JUNIOR, Ovidio Felipe Pereira da</i>	
Proposta de aplicação do gerenciamento de risco em sistemas hidrossanitários prediais	255
<i>ARANTES, Gustavo Martins; BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O.</i>	
Gestão de riscos em obras públicas – perspectivas e debates recentes	264
<i>CALDEIRA, Daniel Matos; CARVALHO, Michele Tereza Marques</i>	
Gestão e Desempenho das Edificações / Gestión y Rendimiento de las Edificaciones	272
Pré-fabricação em concreto na construção civil: caracterização de produtos	273
<i>PEREIRA, Bruno Abreu; CAMBRAIA, Fabrício Borges</i>	
Atendimento ao requisito manutenibilidade da NBR 15575:2013: estudo de caso em um empreendimento habitacional	282
<i>ZANOTTO, Gustavo; LANTELME, Elvira; COSTELLA, Marcelo, LAVAL; Luiz Gustavo</i>	
Qualidade e desempenho: a contribuição do manual do usuário	291
<i>HIPPERT, Maria Aparecida S.; MATTOS JR, Victor Hugo C.; CÂNDIDO, Lidiane R.</i>	
Avaliação da resistência mecânica de esquadrias de alumínio de acordo com a norma de desempenho	299
<i>PAGNUSSAT, Julio Cezar; COSTELLA, Marcelo Fabiano; LANTELME, Elvira Maria Vieira; SOUZA, Nicolas Staine de</i>	
Gestão de Pessoas e do Ambiente de Trabalho / Gestión de Personas y del Ambiente de Trabajo	308
Gestión del conocimiento en firmas de construcción colombianas: casos y tendencias	309
<i>VARGAS, Hernando I.; ISAZA, Arturo C.</i>	
Fatores de influência na troca de conhecimento: Um estudo de caso em uma construtora de médio porte	316
<i>SANTOS, Rúbia Bernadete Pereira dos; ISATON, Camila; JUNGLES, Antônio Edésio</i>	
Método de treinamento e capacitação de equipe da construção civil baseado na mentalidade enxuta	325
<i>PANAINO, Brunna Bernardo de Faria; PALIARI, José Carlos</i>	
Guidelines to address talent management in Chilean construction companies	333
<i>GÓMEZ, Claudia; SALVATIERRA, José Luis; ALARCÓN, Luis F.; VELÁSQUEZ, Ximena</i>	



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

A indústria da construção civil e a geração Z: argumentos para atrair o jovem para o setor	342
<i>BERDU, Isabela Gardin; DE MORI, Luci Mercedes; MIOTTO, José Luiz; CANOVA, José Aparecido</i>	
Aplicabilidade dos conceitos da cultura de justiça em empresas do setor de construção	350
<i>GRANDO, Gustavo; BORTOLOSSO, Heleia; COSTELLA, Marcelo Fabiano</i>	
Análise de jurisprudências relacionadas à construção civil	358
<i>COSTELLA, Marcelo Fabiano; JACOSKI, Cláudio Alcides; MARTINI, Nicael William; PEREIRA, Vilmar Roque</i>	
Análise de áreas de vivência em canteiros de obras de Maceió/AL	366
<i>LINS, Alan Cabral Gama; SILVA JÚNIOR, Carlos André Vieira; WEBER, Adriana de Oliveira Santos</i>	
Avaliação ergonômica do trabalho na execução de vedações em obras de light steel frame	373
<i>BIANCHINI, Glauco Fabrício; CARVALHO, Laísa Cristina; PALIARI, José Carlos</i>	
Sistema integrado de gestión con énfasis en la gestión de seguridad y salud	382
<i>AVALOS GALEANO, Abundio; BOGADO GONZALEZ MAYA, Jorge</i>	
Marco de referencia en seguridad y salud en el trabajo: comparación ibero-americana	391
<i>MARTÍNEZ-AIRES, María D.; PELLICER, Eugenio; TEXEIRA, José C.; FORMOSO, Carlos T.</i>	
Optimising the elements of a construction Health and Safety (H&S) Programme and Audit System	399
<i>SMALLWOOD, John</i>	
Comparação entre sistemas de proteção coletiva: bandejas e redes de segurança	407
<i>ANJOLETTO FILHO, Milton César; SERRA, Sheyla</i>	
Gestão Sustentável na Construção / Gestión Sostenible en la Construcción	416
Acondicionamento e transporte de RCDS: a realidade da Grande João Pessoa	417
<i>SILVA, Meryhelen Rosas da; MEDEIROS, Mirela Oliveira; SOUZA, Gabriella Cavalcante de; ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Alessandra Rocha</i>	
Impactos del transporte de residuos sólidos de la construcción de edificaciones, estudio de caso en la ciudad de Bogotá	426
<i>PARADA, Camilo; VARGAS, Hernando</i>	
Gestión de los residuos de la construcción civil en la ciudad de Encarnación-Paraguay	434
<i>LUCHIN RUMAK, Guillermo Yhor; MARTINEZ SOLIS, Hilda Graciela; BOGADO GONZÁLEZ MAYA, Jorge</i>	
Gestao de resíduos em canteiros de obras de pequeno porte	443
<i>HIPPERT, Maria Aparecida S.; RODRIGUES, Raphaela M.</i>	
Redução e reciclagem de RCD em oficinas técnicas de construção civil	452
<i>SILVA, Tamir Farias; ALMEIDA, Edna dos Santos; ALBERTE, Elaine Pinto Varela</i>	
Sostenibilidad y habitabilidad en proyectos contemporáneos de vivienda masiva en altura en la ciudad de Medellín	460
<i>VÁSQUEZ, Alejandro; BOTERO, Luis Fernando</i>	
Aplicación de indicadores de sostenibilidad para vivienda de interes social en la ciudad de Medellín	469
<i>BALAGUERA, Alejandra; CARVAJAL, Gloria; VALENCIA, Diana; VEGA, Johnny; GARCÍA, Ader</i>	
Emissões de CO2 no ciclo de vida de habitações de interesse social: estudo de caso para o DF- Brasil	477
<i>CALDAS, Lucas Rosse; SPOSTO, Rosa Maria; PAULSEN, Jacob Silva; SANTOS FILHO, Vamberto Machado</i>	
Simulação de melhoria no desempenho lumínico de edifício por meio do uso de prateleiras de luz	485
<i>ALVES NETTO, Ary R.; BARRETO, Douglas; AKUTSU, Maria</i>	



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção / Tecnología de la Información y Comunicación en la Construcción	493
Estado de la práctica del BIM - Colombia 2015	494
<i>BOTERO, Luis Fernando; ISAZA PULIDO, Jorge Alonso; VÁZQUEZ HERNÁNDEZ, Alejandro</i>	
Analysis of the BIM applications for the architecture, engineering and construction project management: a bibliometric approach	503
<i>MARTÍNEZ-ROJAS, María; DURÁN-ÁLVAREZ, Joaquín; MARTÍNEZ-AIRES, MD; LÓPEZ-ALONSO, Mónica</i>	
Benefícios e desafios da utilização do BIM para extração de quantitativos	511
<i>MELHADO, Silvio; PINTO, Ana Carolina</i>	
Interoperability of Building Energy Modeling (BEM) with Building Information Modeling (BIM)	519
<i>PRADA-HERNÁNDEZ, Andrea Victoria; ROJAS-QUINTERO, Juan Sebastián; VALLEJO-BORDA, José Agustín; PONZ-TIENDA, José Luis</i>	
Potencialidades da integração do BIM ao método de avaliação do ciclo de vida das edificações	527
<i>MACHADO, Fernanda Almeida; SIMÕES, Carla Carvalho; MOREIRA, Lorena Claudia de Souza</i>	
Gestão de requisitos com apoio de tecnologias BIM em empreendimentos hospitalares	536
<i>BALDAUF, Juliana P.; SHIGAKI, Jeferson Shin-Iti; ETGES, Ana Paula B. S.; VILLAMAYOR IBARRA, José; TZORTZOPOULOS, Patrícia; FORMOSO, Carlos T.</i>	
Gestión visual del Sistema Last Planner mediante el modelado BIM	545
<i>ORIHUELA, Pablo; CANCHAYA, Luis; RODRIGUEZ, Edinson</i>	
Um sistema baseado em jogos para promover a transparência na obra e motivar trabalhadores	554
<i>LEITE, Regina M. C.; COSTA, Dayana B.; DURÃO, Frederico A.</i>	
Desenvolvimento do Produto, Gestão de Projetos e Gestão de Requisitos / Desarrollo del Producto, Gestión de Proyectos y Gestión de Requisitos	563
Acessibilidade no ambiente construído: o caso do IFPB - Campus João Pessoa	564
<i>SILVA, Meryhelen Rosas da; MEDEIROS, Mirela Oliveira; SOUZA, Gabriella Cavalcante de; ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de; MEIRA, Alexandra Rocha</i>	
Autorregulación de la calidad del producto y el servicio posventa en la construcción en Colombia	573
<i>BOTERO, Luis Fernando; VÁSQUEZ, Alejandro</i>	
Projetos lineares: análise da priorização de atividades críticas utilizando o método Delphi	581
<i>MELO, Humberto Coelho de; ANDERY, Paulo Roberto Pereira</i>	
Estudo sobre grau de maturidade do processo de projeto em empreendimentos de incorporação	590
<i>ABDALA, João Felipe M.; ANDERY, Paulo</i>	
A percepção do usuário como fator de influência na elaboração de projetos de ambientes construídos	598
<i>PENTEADO, Ana Paula B.; IAROZINSKI NETO, Alfredo</i>	
Hierarquização de riscos de projeto pertencente ao Programa Minha Casa Minha Vida	606
<i>SILVA, Denilson Costa da; MILHOMEM, Danilo Alcantara; OLIVEIRA, Tassio Felipe Alves; SAMPAIO, Darlem Marinho</i>	
Viabilidade financeira para Retrofit em hotelaria: o caso do Califórnia Othon Classic.	614
<i>BRASIL, Paula; LIMA, Fabio; VERSIANI, Matheus; COUTINHO, Paulo</i>	



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

Diretrizes para o projeto de reabilitação de uma edificação de ensino público federal 623
CHAVES, Victor L. A.; BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O.; MENDES, Marcela P.

Artigos de Pós-Graduação / Artículo de Posgrado

Artigos de Pós Graduação / Artículo de Posgrado 631

Análise do processo de implantação do planejamento e controle da produção em construtoras das cidades de Salvador e Feira de Santana-Bahia 632

RIBEIRO, Gleice Maria de Araujo; ALMEIDA, Edna dos Santos; ALBERTE, Elaine Pinto Varela

O uso de método de tomada de decisão para selecionar materiais sustentáveis 640

ZEULE, Ludimilla de O.; SERRA, Sheyla M.B.

Modelo sistémico de la madurez en la aplicación de lean en la gestión de proyectos de construcción 649

CANO, Sandra; RIVERA, Leonardo

Refinamento do controle integrado da produção e qualidade no canteiro de obras com o suporte de BIM 657

IBARRA, José Villamayor; FORMOSO, Carlos Torres

Gestão logística em empresas engineer-to-order de pré-fabricados na construção civil 666

TREVISAN, Guilherme dos Santos; FORMOSO, Carlos Torres

Uso de Veículo Aéreo Não Tripulados (VANTS) para inspeção de logística em canteiros de obra. 674

MELO, Roseneia Rodrigues Santos de; COSTA, Dayana Bastos

Modelo de sistema de gestão global empresas-empreendimentos certificável 682

SÁTIRO, Rodrigo; SERRA, Sheyla

Diretrizes sustentáveis e saudáveis para melhoria em hospedagem assistida de idosos 690

COCHMANSKI, Liliane Cristina de Camargo; FASSI Jr, Eloy Casagrande

Método integrado de projeto e produção para empresas engineer-to-order com apoio de BIM 698

SHIGAKI, Jeferson Shin-Iti; FORMOSO, Carlos Torres

Controle de riscos na construção civil por meio de ferramentas de acompanhamento remoto 706

OLIVEIRA, Victor Hugo M.; SERRA, Sheyla M. B.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

Gestão da Produção/ Gestión de la Producción



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

IMPLEMENTAÇÃO DA FERRAMENTA *KANBAN* PARA GESTÃO DA PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DE TRAÇOS DE ARGAMASSA NO CANTEIRO DE OBRAS: ESTUDO DE CASO EM MACEIÓ-AL

NEUMANN, Jean Vitor Moura (1); SILVA JÚNIOR, Carlos André Vieira (2); WEBER, Adriana de Oliveira Santos (3); WEBER, Ismael (4)

(1) Universidade Federal de Alagoas, e-mail: jean_ii@hotmail.com (2) Universidade Federal de Alagoas, e-mail: cavsjunior94@gmail.com, (3) Universidade Federal de Alagoas, e-mail: os.adriana@gmail.com, (4) Universidade Federal de Alagoas, email: isma.weber@gmail.com

RESUMO

Diante do aumento da competitividade do setor da construção civil, evitar desperdícios e aumentar a produtividade tornou-se mandatório e isso implica na adoção de novas filosofias de produção sustentáveis em detrimento aos modelos tradicionais. O *Kanban* figura como uma importante ferramenta da Produção Enxuta que proporciona ao Sistema Toyota de Produção (STP) a atingir a produção Just-in-Time, preconizando que a produção aconteça no momento certo e na quantidade certa, de modo a mitigar todos os tipos de perdas. Através de um estudo de caso, este trabalho objetiva avaliar a aplicação e os resultados da ferramenta *Kanban* na gestão da produção e distribuição de argamassa em um empreendimento de edifícios de múltiplos pavimentos na cidade de Maceió/AL. Para sua implantação, foi necessário estudar os conceitos do STP, realizando uma compatibilização do sistema *Kanban* à forma de trabalho da empresa na qual foi realizado o estudo. Finalizada essa etapa, foi confeccionado o material para implantação do *Kanban*, definidas as regras e realizados os treinamentos com as equipes de produção e a gerência da empresa. Implantado o sistema, houve a observação e o acompanhamento da sua funcionalidade durante duas semanas, para posterior processamento e análise dos resultados. Estes foram comparados com os dados coletados no período anterior ao uso da ferramenta. Os resultados mostraram que o sistema *Kanban* é capaz de reduzir desperdícios de material, tempo, espaço e dinheiro, além de contribuir para a melhoria da produtividade. O baixo custo e a facilidade de implementação e manuseio da ferramenta são outros aspectos motivadores à adoção desta metodologia.

Palavras-chave: *Just-in-Time, Kanban, Argamassa.*

ABSTRACT

With the increase competition in the civil construction, to avoid waste and to increase productivity has become mandatory and this implies the adoption of new sustainable production philosophies over traditional models. Kanban figure as an important Lean Manufacturing tool that provides Toyota Production System reach the Just-in-Time production, recommending that the production happen at the right time and in the right quantity to mitigate all kinds of losses. Through a case study, this study aims to evaluate the application and results of Kanban tool in the management of production and distribution of mortar in a development of multi-floor building in the city of Maceió /AL. For its implementation, it was necessary to study the concepts of the Toyota Production System, performing a compatibility of the Kanban system to the form of the company's work in which the study was conducted. After this step, the material was elaborated to implement Kanban, set the rules and made the training with the production teams and the company's management. Deployed the system, there was the observation and monitoring of its functionality for two weeks, for further processing and analysis of results. These results were compared with data collected in the period before using the tool. The results showed that the Kanban

system is able to reduce waste of material, time, space and money, as well as contributing to improved productivity. The low cost and the tool's ease of handling are other aspects motivating the adoption of this methodology.

Key-words: *Lean Productio, Just-in-time, Kanban, Mortar.*

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem apresentado cada vez mais interesse por novas filosofias e técnicas construtivas. O *Kanban* é uma das ferramentas que se destacam no modelo de Produção Enxuta. Consiste na utilização de cartões de sinalização com a finalidade de controlar o fluxo de produção e o transporte na cadeia produtiva. Os clientes internos, através dos cartões, ditam o ritmo de produção pelo fluxo de informações disponíveis (KOPPER, 2012; OHNO, 1997). Adaptadas à indústria da construção civil, é possível utilizar essa ferramenta para controlar a produção e o transporte de insumos produzidos pelo setor. O presente trabalho, portanto, objetiva a implantação e a análise do sistema *Kanban* na produção e distribuição de argamassa em um canteiro de obra em Maceió-AL.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O sistema *Just-In-Time*

Segundo Ohno (1997), *Just-in-Time* significa que, durante um processo de fluxo, as partes solicitadas à montagem chegam à linha de montagem no momento exato em que são necessários e apenas na quantidade requisitada. Algumas expressões são comumente utilizadas para traduzir os aspectos da filosofia *Just in Time*, e são apresentadas por Corrêa e Gianesi (1993): Produção sem estoques, eliminação de desperdícios, manufatura de fluxo contínuo, esforço contínuo na resolução de problemas, melhoria contínua dos processos.

2.2 O sistema *KANBAN*

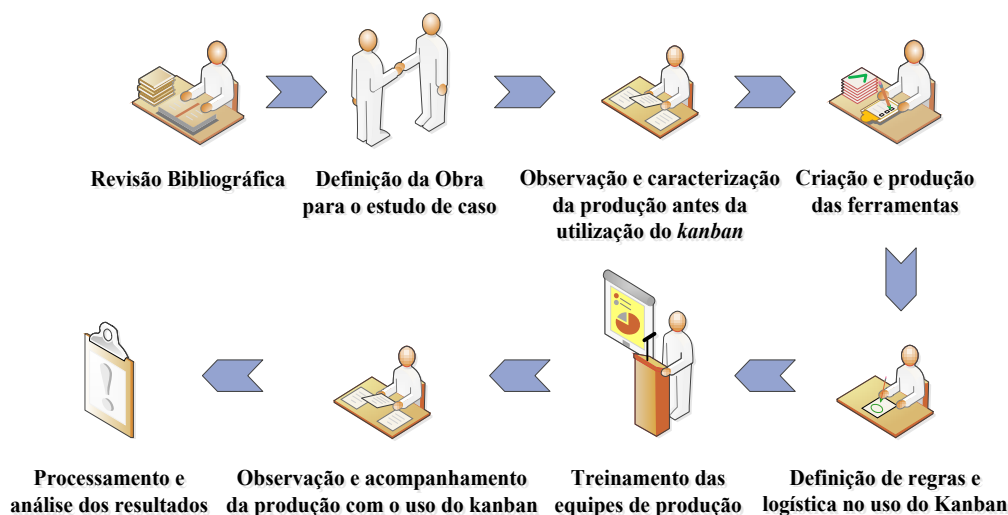
O sistema *Kanban* foi criado para ser utilizado dentro do contexto da filosofia *Just-in-Time* e busca fornecer e movimentar os diversos componentes dentro da produção apenas nas quantidades requeridas e no momento exato. Um *Kanban* (“etiqueta”) é um instrumento para o manuseio e garantia da produção *Just-in-Time*, o primeiro pilar do Sistema Toyota de Produção. Basicamente, um *Kanban* é uma forma simples e direta de comunicação localizada sempre no ponto que se faz necessária (OHNO, 1997).

Para Tubino (2006), a depender da finalidade, os cartões *kanban* dividem-se em dois tipos: os cartões *kanban* de produção e os cartões *kanban* de movimentação ou requisição. Os cartões *kanban* de produção sinalizam a montagem ou fabricação de determinado lote de componentes. Os cartões *kanban* de requisição sinalizam a ordem para movimentar os lotes entre o requerente e o fornecedor de determinado componente, sendo possível, por sua vez, serem cartões *kanban* de requisição interna ou externa à fábrica ou de fornecedores (TUBINO, 2006).

3 MÉTODO DE PESQUISA

O método utilizado nesse trabalho foi o estudo de caso. Segundo Yin (2005), o estudo de caso é uma estratégia de pesquisa, que além de focar a atenção na coleta de dados e no trabalho de campo, lida, de forma importante, com o planejamento, a análise e a exposição de ideias. A pesquisa foi dividida em oito etapas, apresentadas na figura 1.

Figura 1 - Delineamento da pesquisa



Fonte: os autores

A revisão bibliográfica foi realizada durante todas as etapas do trabalho. Para a seleção da obra a ser estudada, foi utilizado como critério o volume de argamassa produzido na mesma, uma vez que é uma obra que se destaca pelo tamanho expressivo. O canteiro escolhido faz parte de um empreendimento do Programa “Minha Casa Minha Vida”, da Caixa Econômica Federal e que possuía, para confecção de argamassa no momento da pesquisa, de duas betoneiras que produziam material para nove tipos de serviços diferentes.

A planta do empreendimento comporta, basicamente, 15 prédios com 4 pavimentos em alvenaria estrutural, sendo que cada edifício possui 4 apartamentos com área de 54 m² por andar, totalizando, assim, 240 apartamentos. O material de acabamento utilizado é considerado de baixo padrão. A obra foi planejada para ser executada em um ano, com entrega prevista para outubro de 2013. No momento da realização do estudo de caso, a obra estava com o cronograma em 80% concluído. Foram observadas a infraestrutura e o fluxo de informações na produção e distribuição de argamassa dentro da obra. Quantificaram-se, inicialmente, as saídas diárias de traços, classificou-se os tipos de materiais produzidos e os serviços supridos pela central de argamassa. Essas informações serviram de parâmetro para o dimensionamento dos *kanbans*, quadros e planilhas, além de fornecer dados para a análise comparativa do estudo de caso.

Os *kanbans* e os quadros (ou porta-*kanbans*) foram produzidos de forma que se adequassem às características da empresa. Cada tipo de traço foi associado a uma cor diferente para facilitar a sua rápida identificação. Os tipos de argamassas solicitados eram informados pelos próprios colaboradores com caneta “marca texto” e os cartões eram limpos com um pano umedecido com álcool, para que pudessem ser reutilizados. Esses foram colocados em quadros (porta-*kanbans*) produzidos em Madeirit e dimensionados de acordo com os cartões. Além destes, foi criada uma planilha para

controle de saídas de traços cujo objetivo foi o de quantificar os materiais gastos, antes e depois da utilização do sistema *Kanban*.

Posteriormente, foram definidas as regras para utilização da ferramenta. As equipes colocariam os *kanbans*, devidamente identificados com o seu nome, o pavimento que se encontrava e a quantidade (em traços) de argamassa demandada, em quadros próximos à central de argamassa, posicionando os cartões nos horários que o material deveria estar disponível no pavimento. A colocação do *kanban* nos quadros era realizada no fim do dia anterior (para a produção no turno da manhã) e no período do almoço (para a produção no turno da tarde). Após esta etapa, os envolvidos no processo receberam treinamento dos pesquisadores por meio de um seminário realizado no canteiro.

A partir do entendimento dos colaboradores e da posterior implementação, foram levantados dados de produtividade e consumo de argamassa, para serem comparados com o período anterior à implantação do sistema. Os dados foram coletados diariamente em obra por meio de medições *in loco*, por um período de 10 dias (período anterior e posterior da implementação do sistema). Esse período de análise foi definido pela empresa. Após a observação e coleta dos dados, as informações foram processadas e foi avaliado o impacto da utilização do sistema na obra.

4 RESULTADOS

4.1 Resultados quantitativos

Serão apresentados os resultados de produtividade e consumo de materiais para os seguintes serviços, considerados mais representativos: chapisco interno, reboco interno, chapisco externo e reboco externo. Vale ressaltar que no período da realização das medições com o uso do *kanban* ocorreram fortes chuvas que afetaram a produtividade, principalmente de serviços externos. A tabela 1 mostra os resultados antes e depois da implantação do *kanban*, no que se refere ao consumo de argamassas à produtividade.

Tabela 1 – Resultados do consumo de materiais e da produtividade antes e depois do uso de kanban

Serviços	Data da coleta	Antes do Kanban		Data da coleta	Depois do Kanban	
		Consumo (m ² /traço)	Índice de produt. (H*h/m ²)		Consumo (m ² /traço)	Índice de produt. (H*h/m ²)
Chapisco Interno	11/jun	43	0,2093	28/jun	54,5	0,1468
	12/jun	-	-	01/jul	43,5	0,2069
	13/jun	50,5	0,1337	02/jul	34	0,1324
	14/jun	-	-	03/jul	55,5	0,1216
	17/jun	-	-	04/jul	57,5	0,1565
	18/jun	-	-	05/jul	47,5	0,1684
	19/jun	-	-	08/jul	34	0,1324
	20/jun	-	-	09/jul	59,33	0,1011
	21/jun	-	-	10/jul	55	0,1636
	22/jun	-	-	11/jul	48	0,1875
Chapisco Externo	11/jun	22,6	0,1991	28/jun	43,57	0,1574
	12/jun	43,33	0,1731	01/jul	29,22	0,2053
	13/jun	26,57	0,1935	02/jul	38,75	0,1742

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

Serviços	Data da coleta	Antes do Kanban		Data da coleta	Depois do Kanban	
		Consumo	Índice de		Consumo	Índice de
	14/jun	26,36	0,1379	03/jul	27,4	0,1971
	17/jun	27,38	0,1011	04/jul	45,89	0,1743
	18/jun	41,85	0,1505	05/jul	46,18	0,1417
	19/jun	49,81	0,27	08/jul	45,2	0,1593
	20/jun	11,11	0,186	09/jul	44	0,2045
	21/jun	21,5	-	10/jul	27,33	0,2195
	22/jun	-		11/jul	31,5	0,2143
Reboco Interno	11/jun	16,36	0,2	28/jun	15,33	0,1739
	12/jun	16,64	0,2951	01/jul	16,83	0,1337
	13/jun	13,3	0,203	02/jul	17	0,3529
	14/jun	17,17	0,3883	03/jul	16,75	0,1343
	17/jun	-	-	04/jul	16,33	0,3673
	18/jun	-	-	05/jul	16,43	0,2087
	19/jun	-	-	08/jul	21,17	0,3543
	20/jun	-	-	09/jul	15,31	0,1102
	21/jun	-	-	10/jul	18,2	0,3956
	22/jun	-	-	11/jul	15,2	0,3553
Reboco Externo	11/jun	7,36	0,3333	28/jun	15	0,2246
	12/jun	7,24	0,6585	01/jul	14,82	0,4969
	13/jun	99,52	0,2647	02/jul	13,33	0,375
	14/jun	10	0,2	03/jul	12,67	0,2132
	17/jun	12,85	0,1523	04/jul	14,11	0,1823
	18/jun	12,83	0,1694	05/jul	11,72	0,1327
	19/jun	13,16	0,171	08/jul	14,22	0,2344
	20/jun	12,72	0,2683	09/jul	13,29	0,2323
	21/jun	15,34	0,2712	10/jul	12,7	0,4961
	22/jun	10,94	0,5943	11/jul	14,5	0,5172

Fonte: os autores

Para o serviço de chapisco interno pode-se observar uma melhoria de 13,02% no índice de produtividade e uma redução de 4,56% no consumo médio de material, entretanto vale ressaltar que antes da implementação do *kanban* foram analisados apenas 2 dias, devido às fortes chuvas que ocorreram neste período e isto de certa forma não permite que se chegue a um indicador comparativo consistente entre os dois períodos (antes e depois da implementação do *kanban*).

O serviço de reboco interno apresentou uma melhoria de 5,02% no índice de produtividade e uma redução de 6,23% no consumo de material. Vale ressaltar, contudo, que, mesmo com o aumento geral da produtividade, a distribuição do traço foi prejudicada em alguns momentos, pois o material não pôde ser entregue conforme solicitado, já que a betoneira ficava exposta à chuva e isto acabaria alterando o traço solicitado, preferindo-se, assim, suspender a produção.

Para o serviço de chapisco externo houve uma perda de 5,95% na média de produtividade. Este indicador negativo é consequência direta das chuvas no período de coleta de dados. Por outro lado, cabe salientar que houve uma redução de 26,10% no consumo médio de material. O índice de produtividade médio do reboco externo diminuiu 0,70%, enquanto o consumo médio reduziu 21,79%. É possível observar que,

mesmo diante do imprevisto da chuva, o consumo médio reduziu, e isso se explica pela eliminação de desperdícios que eram gerados anteriormente.

4.2 Resultados qualitativos

Após a implantação da ferramenta *Kanban* foram identificadas melhorias em diferentes aspectos gerenciais que contribuiriam para a eficiência da produção.

O registro das informações nos *kanbans* aumentou consideravelmente a capacidade de resposta aos clientes internos. Com a garantia de que as informações não se perderiam, foram eliminados os erros e atrasos na produção, geradores de desperdícios. A exposição dessas informações no quadro de solicitação de material foi essencial para garantir a impessoalidade na sequência de produção, uma vez que produzia-se argamassa conforme as solicitações contidas nos cartões, e não privilegiando um ou outro colaborador. Conseguiu-se, também, a redução de desperdícios, uma vez que se garantiu que só o que era solicitado era produzido, no tempo necessário. Outro aspecto positivo foi a diminuição da movimentação dos colaboradores pois, uma vez que se deslocavam em horários pré-estabelecidos e realizavam os pedidos na quantidade necessária, aumentavam sua própria produtividade.

De maneira geral, foi observada uma grande aceitação da ferramenta pelos colaboradores. Isto em função destes adquirirem autonomia para solicitar a quantidade de material necessário nos períodos pertinentes, gerando uma maior participação e engajamento dos envolvidos. Cada colaborador passou a ter mais autonomia sobre a sua produção, tomando decisões baseadas no seu próprio planejamento, o que evidencia o engajamento desses como um fator definitivo nos resultados positivos da ferramenta.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a aplicação do sistema *Kanban*, foi observada a redução de desperdícios de material e tempo. Outra vantagem é o envolvimento das pessoas no processo de decisão, o que torna o processo transparente e mais propício à solução de problemas.

Em virtude do estudo ter sido realizado em meio a condições climáticas desfavoráveis, houve uma diminuição da média do índice de produtividade, principalmente para serviços externos. Entretanto, deve-se destacar que este fato não implica em um resultado negativo para a ferramenta *Kanban*, uma vez que a baixa produtividade e os desperdícios de material possivelmente seriam maiores diante da não aplicação desta ferramenta.

Tendo em vista o baixo investimento e a facilidade de manuseio e aplicação desta ferramenta no canteiro de obras, além dos benefícios já apresentados, é possível concluir que a utilização do *Kanban* para gestão da produção e distribuição de argamassa em uma obra de um conjunto de edifícios de múltiplos pavimentos é viável e beneficia a produção. É válido salientar que seria possível um resultado ainda mais satisfatório se toda a obra estivesse inserida na mentalidade Enxuta para alcançar de forma plena a almejada produção *Just-in-time*.

REFERÊNCIAS

CORRÊA. H. L., GIANESI I. G. N. **Just-in-time, MRP II e OPT: Um enfoque estratégico**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas S.A., 1993.

KOPPER, R. **Construção Enxuta: A prática do princípio da transparência nos processos construtivos em empresas da Grande Porto Alegre/RS**. 2012. Trabalho de Diplomação apresentado ao Departamento de Engenharia Civil da Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: Além da Produção em Larga Escala**. – Brasil – Porto Alegre, RS: Editora Bookman, 1997.

TUBINO D. F. **Manual de Planejamento e Controle da Produção**. 2ª Ed. São Paulo: Atlas S.A., 2006.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª Ed. Porto Alegre: Editora Bookman. 2005.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MAPEAMENTO DAS PERDAS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES RESIDENCIAIS: ESTUDO REALIZADO NOS SERVIÇOS DE ALVENARIA, CHAPISCO E REVESTIMENTO EM ARGAMASSA

SILVA, Andressa Soares da (1); SANTOS, Cícero Marciano da Silva (2); SOUZA FILHO, Wagner Batista de (3)

(1) IFPB, (83) 9935-3264, e-mail: andressasoares73@hotmail.com, (2) IFPB/UFPB, e-mail: cicero_marciano@yahoo.com.br, (3) IFPB, e-mail: wagner.souzafilho@gmail.com

RESUMO

O artigo objetivou mapear as perdas de materiais e componentes que surgiram ao longo das etapas construtivas de obras de empreendimentos residenciais de pequeno porte na cidade de Monteiro-PB. Para tal, foi realizado um estudo de campo, onde foram acompanhados os serviços de alvenaria, chapisco e revestimento em argamassa, a fim de identificar a incidência de perdas durante o processo produtivo, classificar essas perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem, e por fim, identificar as atividades de conversão e de fluxo, que agregam ou não valor à produção. Como resultado, temos a classificação das perdas, as atividades mais críticas do processo, e enfim, subsídios para a racionalização da execução, destes serviços, visando aumentar a eficiência do processo produtivo.

Palavras-chave: Mapeamento, Classificação, Perdas, Obras, Serviços.

ABSTRACT

The article aimed to map the losses of materials and components that have emerged along the constructive steps of small residential developments in the city of Monteiro-PB. To this end, we conducted a field study, where they were accompanied by the services of masonry, roughcast and plaster coating, in order to identify the incidence of losses during the production process, classify these losses according to their nature, moment of incidence and origin, and to identify the conversion activities and flow, that add value to production or not. As a result, we have the classification of losses, most critical activities of the process, and finally, subsidies for the rationalization of implementation of these services, in order to increase the efficiency of the production process.

Keywords: Mapping, Classification, Losses, Works, Services.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil ocupa uma posição de grande destaque na economia nacional, haja vista a significativa parcela do Produto Interno Bruto (PIB) do país pela qual é responsável e o contingente de pessoas que, direta e indiretamente, emprega. Entretanto, cabe ressaltar que apesar de influente o setor demanda uma quantidade expressiva de materiais e componentes durante o seu processo produtivo, comparado aos demais segmentos industriais (SOUZA, 2005).

Conforme Soibelman (1993), uma quantidade muito grande de materiais e componentes, entregues nos canteiros de obras, não são utilizados para os fins que motivaram a sua aquisição e que, em função disso, os construtores normalmente gastam mais materiais em relação ao que foi previamente estimado, sendo esta diferença entendidas como perda.

As perdas na construção civil devem ser entendidas como qualquer ineficiência que se reflita no uso de equipamentos, materiais, mão de obra e capital, em quantidades superiores aquelas necessárias à produção da edificação, ou seja, englobam tanto a ocorrência de desperdícios de materiais, quanto a execução de tarefas desnecessárias que geram custos adicionais e não agregam valor (FORMOSO *et. al.*, 1996).

Para Conte (2010), é preciso mudar o paradigma de gestão de empreendimentos na indústria da construção civil, introduzindo à produção um novo modelo de gestão e organização do trabalho. Segundo o autor, o modelo Lean Construction (Construção sem Perdas), baseado nos conceitos do modelo japonês de qualidade, apresentado por Koskela em 1992, permite uma gestão voltada para a redução de prazos e custos e para a redução das perdas e desperdícios, em um ambiente baseado na melhoria contínua e na otimização da flexibilidade.

Nesse modelo, a produção é entendida como uma série de processos e fluxos voltados para a conversão de materiais e de mão de obra em produtos acabados, tendo como fundamento considerar as atividades de conversão que são caracterizadas pelo processamento de insumos com o objetivo de se alcançar o produto final esperado, e as atividades de fluxo que são definidas pela logística de insumos e informações durante a execução do empreendimento. Neste modelo, as atividades que agregam valor devem ser analisadas e otimizadas, buscando a redução de suas perdas, enquanto atividades que não agregam valor devem, na medida do possível, ser eliminadas (CONTE, 2010).

Para assegurar a qualidade dos processos produtivos dos serviços de uma obra, pode-se buscar introduzir na execução dos mesmos, o método de melhoria do ciclo PDCA, que segundo Souza e Mekbekian (1993), pode ser definido como uma alternativa para auxiliar na melhoria contínua dos processos, evitar desvios e perdas e garantir a qualidade dos serviços.

Na cidade de Monteiro, município considerado de pequeno porte, o seguimento de construção civil tem apresentado nos últimos anos um crescimento significativo, sobretudo, na área residencial, em função, principalmente, da formação de polos educacionais e devido a influência da obra da transposição do rio São Francisco, porém, observa-se que o setor cresce desordenadamente, especialmente, devido à falta de apoio técnico e de qualificação profissional, que contribuem para intensificar as perdas de materiais e componentes nos canteiros de obras.

Contudo, objetivou-se na presente pesquisa, mapear as perdas de materiais e componentes que surgiram ao longo das etapas construtivas dos serviços de alvenaria, chapisco e revestimento em argamassa, a fim de identificar a incidência de perdas durante seu processo produtivo, classificar essa perdas de acordo com sua natureza, momento de incidência e origem, e por fim, identificar as atividades de conversão e fluxo, que agregam ou não valor ao processo produtivo dos serviços.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

O Sistema Toyota de Produção é visto como uma criação da empresa Toyota Motor Corporation, em meio à crise do petróleo de 1973, que havia aumentado drasticamente os custos para as empresas japonesas. Para contrabalancear esses custos crescentes, a Toyota teve que usar seus recursos de forma mais eficiente e produtiva, e seus estoques não podiam mais esconder os efeitos dos problemas, sem contar que a empresa também não tinha os mesmos recursos de capital que as empresas norte americanas. Deste modo, os gestores tinham que se apoiar no processo de tomada de decisão e nas habilidades de solução de problemas dos trabalhadores para atacar problemas de desperdícios e produtividade nas suas rotinas diárias (MOREIRA, 2011).

Para Slack *et. al.* (2009), vista como a praticante líder e a principal originadora da abordagem enxuta, a Toyota sincronizou, de forma progressiva e simultânea, todos os seus processos para atingir alta qualidade, tempos rápidos de atravessamento e excepcional produtividade. Com certeza, a parte mais significativa de sua filosofia enxuta é seu foco na eliminação de todas as formas de desperdício. Para tanto, identificou os sete tipos de perdas que podem ocorrer no processo:

1. Perda por superprodução: refere-se as perdas causadas pela produção excessiva ou em função da produção antecipada;
2. Perda por espera: refere-se ao tempo em que os materiais aguardam para serem processados e em que a mão de obra permanece ociosa no processo;
3. Perda por transporte: refere-se a movimentação dos materiais ao longo do processo, gerando custo e não agregando valor ao produto;
4. Perda no processo: refere-se a execução de atividades desnecessárias ao processo para que o produto final atenda as especificações requeridas;
5. Perdas no estoque: refere-se as perdas ocasionadas no armazenamento;
6. Perda por movimentação: refere-se a movimentação desnecessária realizada pelos trabalhadores;
7. Perda por produtos defeituosos: refere-se a produção de produtos defeituosos, o que implica em desperdício de materiais, mão de obra, entre outros.

Conforme Oliveira (1999), no início da década de 1990, com base nos princípios da produção enxuta, foram desenvolvidos conceitos sobre Lean Construction (Construção sem Perdas), que preconizaram uma série de pontos importantes a serem discutidos e implantados na forma de organizar a produção da obra. Entre esses pontos, pode-se destacar o aumento da produtividade, redução da variabilidade dos índices e dos tempos de execução das tarefas, maior previsibilidade da produção, redução do tempo total de execução das obras e dos serviços e redução de perdas e desperdícios.

Com isso, o NORIE/UFRGS (Núcleo Orientado para Inovação da Edificação/Universidade Federal do Rio Grande do Sul) realizou estudos, visando adaptar a classificação estabelecida pelo Sistema Toyota de Produção, para o segmento da construção civil. Deste modo, as perdas foram classificadas em nove categorias, como apresentado no Quadro 1. Segundo Formoso *et. al.* (1996), as perdas podem ser reduzidas à medida que sua natureza, momento de incidência e origem forem identificadas, sendo originadas nas mais distintas fases da obra.

Quadro 1 - Classificação das perdas em função de sua natureza, momento de incidência e origem

Natureza	Conceito	Momento de Incidência	Origem
Perda por superprodução	Refere-se às perdas que ocorrem devido à execução de serviços em quantidades superiores as necessárias	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle da produção
Perda por substituição	Decorrem da utilização de recursos cujo valor ou desempenho é superior ao especificado	Produção	Suprimentos: falta do material em canteiro por falha na programação de compras
Perda por espera	Ocorrem em função da paralisação das atividades motivada pela falta de recursos	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras de materiais
Perda por transporte	Causadas devido a movimentação e manuseio excessivo ou inadequado dos materiais e componentes	Produção Transporte	Planejamento: falhas na programação do layout do canteiro de obra
Perdas no processamento em si	Ocorrem na própria natureza das atividades do processo ou na execução inadequada dos mesmos	Produção	Planejamento: falhas nos sistemas de controle da produção. Recursos humanos: falta de treinamento dos operários
Perdas no estoque	Associadas à existência de estoques excessivos	Armazenagem	Suprimentos: falta de planejamento de estoque
Perdas por movimento	Decorrem da realização de movimentos desnecessários por parte dos trabalhadores durante a execução das suas atividades	Produção	Planejamento: falhas na programação do layout do canteiro e na sequência das atividades
Perdas pela elaboração de produtos defeituosos	Ocorrem quando são fabricados produtos que não atendem aos requisitos de qualidade especificados	Produção Inspeção	Produção: falta de procedimentos de controle da produção
Outras perdas	Roubo, vandalismo, acidentes, intempéries, etc.	Planejamento	Planejamento: falta de medidas de precaução

Fonte: Adaptado de Formoso *et. al.*, 1996

A qualidade dos processos produtivos dos serviços de uma obra é assegurada na medida que os gestores busquem introduzir em sua rotina diária, mecanismos de controle, tais como, o método do ciclo PDCA, que auxilia na melhoria contínua dos serviços produzidos, evitando desvios e perdas nos processos e garantindo a qualidade dos mesmos. Conforme Souza e Mekbekian (1993), o ciclo PDCA consiste basicamente, em planejar (plan) os processos produtivos dos serviços, executar (do) os processos de

acordo como o planejado, verificar (check) se os resultados obtidos estão em conformidade com o estabelecidos e atuar (action) corretivamente sobre as não conformidades, visando reparar as falhas e evitar repetições das mesmas.

3 MÉTODO DA PESQUISA

O método aplicado ao desenvolvimento da pesquisa trata-se de um estudo de caso, viabilizado por meio de um levantamento de campo realizado ao longo das etapas construtivas de duas obras de empreendimentos residenciais. Para tanto, inicialmente foi realizada uma análise bibliográfica referente ao tema estudado. Em seguida, foram realizadas visitas diárias, durante um período de dois meses, nos canteiros de duas obras de residências unifamiliar de pequeno porte localizadas na cidade de Monteiro-PB. Neste levantamento optou-se por escolher serviços que fossem condizentes com as características das obras de pequeno porte da cidade, considerando aqueles com a maior chance de ocorrer perdas, quais sejam: alvenaria, chapisco e revestimento em argamassa. Na coleta dos dados, ao longo do acompanhamento dos serviços, foi identificado a incidência de perdas durante o processo de produção, a classificação destas perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem, e ao final, apontadas as atividades de conversão e fluxo, que agregam ou não valor ao processo. A coleta dos dados foi estruturada seguindo a lógica do ciclo PDCA, ou seja, inicialmente definiu-se os serviços, depois acompanhou-se sua execução, em seguida verificou-se as não conformidades cometidas as atividades do processo, organizando-as em uma planilha analítica, e por fim, buscou-se atuar corretivamente sobre as inconformidades, sugerindo medidas de controle que visem aumentar a eficiência da produção.

4 RESULTADOS

As falhas de gerenciamento e controle das atividades que compõe o processo produtivo dos serviços de uma obra, implicam na incidência das perdas de materiais empregados na produção, tendo em vista o compromisso dos gestores em implantar sistemas que controlem o processo produtivo e em capacitar seu capital humano. Entretanto, nota-se que na maioria das vezes, principalmente nas construtoras de pequeno porte, poucas ações são realizadas para coibir a ocorrências destas perdas, em vez disso, a produção é executada com base em procedimentos informais e através da experiência do construtor. Observou-se, portanto, que os aspectos citados não diferem da realidade dos canteiros analisados na pesquisa. Deste modo, buscou-se mapear as perdas de materiais e componentes incidentes nos serviços de alvenaria, chapisco e revestimento em argamassa, seguindo a lógica da metodologia do ciclo PDCA, com vistas a estruturar os dados coletados numa planilha analítica de classificação e controle das perdas.

4.1 Plan (Planejar)

Para o levantamento de campo foram escolhidas duas obras dos principais construtores da cidade, que atuam na construção de residências de pequeno porte. Optou-se por escolher os serviços que possivelmente ocorreriam maior incidência de perdas, que fossem comuns as duas obras e condizentes com a realidade dos canteiros locais. Definido os serviços, buscou-se observar as atividades que compunham os sistemas construtivos dos mesmos, vista sua relevância no processo de produção. Deste modo, pode-se analisar as atividades provenientes do recebimento, armazenamento, transporte, processamento e aplicação dos materiais na produção.

4.2 Do (Executar)

Acompanhando a execução dos serviços, pode-se perceber que as empresas responsáveis pelas construções não dispunham de mecanismos para controlar e inspecionar a produção e não estabelecem padronização para os seus processos. Por isso, notou-se a ocorrência de perdas em todas as atividades da produção, em função dos improvisos que são tomados em meio ao desencadeamento das falhas, já que os gestores não administram adequadamente a construção e não capacitam seus colaboradores para intervir pró ativamente as situações inesperadas.

4.3 Check (Verificar)

Os dados coletados foram estruturados na planilha analítica, conforme o Quadro 2.

Quadro 2 – Planilha analítica para classificação qualitativa das perdas

Planilha Analítica				
Obra: A e B				
Serviços: Alvenaria, Chapisco e Revestimento em Argamassa				
Local de Aplicação: Garagem, sala de estar, sala de jantar, quartos, banheiros, lavabo, closet, hall, cozinha, área de serviço				
Atividade	Não Conformidade	Classificação		
		Natureza	Incidência	Origem
Recebimento dos materiais no canteiro de obra	Má qualidade	Transporte	Recebimento	Suprimento
Estocagem dos blocos cerâmicos, cimento, areia e arenoso	Armazenagem inadequada	Estoque	Estocagem	Suprimento
Transporte dos blocos cerâmicos para o local de aplicação	Manuseio excessivo ou inadequado dos materiais	Transporte	Produção e Transporte	Planejamento
Transporte do cimento, da areia e do arenoso para a central de produção	Manuseio excessivo ou inadequado dos materiais	Transporte	Produção e Transporte	Planejamento
Confecção da argamassa de assentamento, de chapisco e de revestimento	Falta de procedimentos de inspeção e controle	Processo	Produção	Planejamento e RH
Transporte das argamassas para o local de aplicação	Manuseio excessivo ou inadequado dos materiais	Transporte	Produção e Transporte	Planejamento
Assentamento de blocos cerâmicos	Falta de racionalização do serviço	Processo	Produção	Planejamento e RH
Espessura das juntas de assentamento	Falta de procedimentos de inspeção e controle	Processo	Produção	Planejamento e RH
Nivelamento, alinhamento, prumo, planeza e esquadro da	Falhas no processo produtivo dos serviços	Elaboração de produto defeituoso	Produção	Planejamento e RH

alvenaria				
Abertura e posição dos vãos	Flexibilidade nas alterações de projeto	Processo	Produção	Planejamento
Aplicação da argamassa de chapisco	Execução inadequada	Processo	Produção	Recursos Humanos
Aplicação e nivelamento das mestras	Execução inadequada	Processo	Produção	Recursos Humanos
Aplicação da argamassa de revestimento	Execução inadequada	Processo	Produção	Recursos Humanos
Espessura do revestimento	Falhas no processo de produção dos serviços anteriores	Processo	Produção	Planejamento e RH
Acabamento com régua e desempenadeira	Falta de racionalização do serviço	Processo	Produção	Planejamento e RH

Fonte: Própria 2015

Após a coleta dos dados foi possível estabelecer um mapeamento das perdas identificadas nas atividades dos processos de produção dos serviços, estruturados na planilha analítica, proposta com a finalidade de acompanhar todo o processo de produção dos serviços e organizar de maneira clara os dados julgados. Analisando a planilha, pode-se verificar as inconformidades identificadas no sistema e a classificação qualitativa das perdas. Através da estruturação da planilha, pode-se observar a existência de atividades de conversão e de fluxo, que agregam ou não valor aos processos. No entanto, notou-se que as perdas ocorreram em sua grande maioria ocasionadas pelas atividades de conversão, e que estas, apesar de agregar valor aos processos, devem ser melhor controladas e inspecionadas para evitar a quantidade de perdas ocorridas, que conseqüentemente, geram altos custos para as empresas.

Para execução do serviço de alvenaria eram utilizados blocos cerâmicos nas dimensões (9x19x19cm) e argamassa de assentamento composta por arenoso e cimento. Na produção da argamassa de chapisco eram usados areia e cimento. E na confecção da argamassa de revestimento eram utilizados arenoso e cimento. No recebimento, percebeu-se que os gestores adquiriam os materiais para execução dos serviços conforme sua necessidade de uso na obra, deste modo, os materiais eram recebidos e estocados provisoriamente para sua utilização no dia. Nesta etapa, notou-se a má qualidade dos blocos cerâmicos, assim como, inadequações em suas dimensões. Na estocagem foi identificada a ausência de paletes para a armazenagem dos blocos cerâmicos e do cimento e a falta de baias para estocagem da areia e do arenoso.

No transporte houveram perdas em decorrência do manuseio excessivo ou inadequado dos materiais, devido à má organização no layout do canteiro. Essas perdas ocorreram entre o estoque, a central de processamento e o local de aplicação dos materiais. Na fase de processamento foram identificadas perdas em razão da falta de padronização dos traços adotados e da falta de controle e inspeção na confecção das argamassas, que provocou consumo excessivo de insumos durante a dosagem das mesmas.

A etapa de aplicação foi a fase do processo que mais houve perdas de materiais. Essas perdas foram causadas pela falta de racionalização dos materiais, que implicou na perda de blocos cerâmicos. Causadas pela ausência de planejamento da sequência das atividades, que desencadeou perda de argamassa de chapisco, devido à falta de contrapiso, serviço que antecederia sua aplicação. Causadas pela falta de controle dos

procedimentos de execução dos serviços, que permitiu as perdas na espessura das juntas de assentamento dos blocos, nos desníveis da alvenaria e conseqüentemente, na espessura do revestimento. E por fim, causadas pela flexibilidade nas alterações de projeto, tais como, mudanças na localização e dimensões dos vãos. Tais aspectos, implicaram em perdas incorporadas e perdas que saíram da obra como entulho.

4.4 Action (Atuar)

Observou-se a existência de várias fontes de perdas de materiais e componentes em todas as etapas do sistema construtivo dos serviços analisados. As falhas foram vistas na etapa de concepção da obra, em razão da ausência de sistemas de gestão e de projeto executivo, e na fase de execução, devido à falta de procedimentos de controle e inspeção da produção, desde o recebimento dos materiais até sua aplicação na obra.

Para reverter esse cenário é importante que os gestores busquem investir em mecanismos de gestão que promovam o melhor controle da produção em todas as suas etapas, concentrando uma maior atenção no gerenciamento dos materiais e no treinamento da mão de obra. Deve-se, portanto, utilizar técnicas que visem melhorar a qualidade dos processos, a redução dos custos, a eliminação dos tempos improdutivos e conseqüentemente a redução das perdas. Estas adequações evitam as inconformidades e promovem a melhoria contínua dos processos de produção da obra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A cidade de Monteiro-PB tem apresentado nos últimos anos um crescimento significativo no seguimento de construção civil, sobretudo, na área residencial, no entanto, nota-se que o setor apresenta um desenvolvimento desordenado. A pesquisa constatou que em parte, esta desordem é motivada pela falta de gerenciamento das obras, por parte dos construtores responsáveis pelas mesmas. Notou-se que não é comum aos gestores, implementar em seus sistemas construtivos, mecanismos capazes de auxiliá-los no controle da produção e conseqüentemente, na redução ou eliminação de perdas que ocorrem nos canteiros de obra, desde aquelas provenientes de falhas da gestão até aquelas originadas na etapa de execução da obra, em função, principalmente, da falta de profissionais qualificados e da ausência de controle da produção. Percebeu-se certa resistência dos construtores em relação a implementar sistemas de gestão para controle das perdas em suas rotinas diárias, apesar de terem conhecimento da eficácia e dos benefícios destes sistemas, porém, muitas vezes essas medidas são vistas como uma forma de onerar mais custos para a empresa. Contudo, foi observado que devido a essa carência no gerenciamento e controle das obras analisadas, houveram perdas de materiais e componentes em todas as atividades acompanhadas no processo de produção dos serviços, e que faz-se necessário que os gestores busque auxílio em procedimentos formais para controle das perdas, visando melhorar continuamente sua produção e desse modo, evitar a ocorrência desses impasses nos canteiros aos quais são responsáveis.

REFERÊNCIAS

FORMOSO, C.T. et. al. **As perdas na construção civil: conceitos, classificações e seu papel na melhoria do setor**. Egatea: Revista da Escola de Engenharia. Porto Alegre, RS. v-25, n.3, p. 45-53, Semestral, 1996.

CONTE, A.S.I. **Lean construction – o caminho para a excelência operacional na construção civil.** In: CONTADOR, J.C. (org.). *Gestão de operações: a engenharia de produção a serviço da modernização da empresa.* 3 ed. São Paulo: Blucher, 2010. 456-468 p.

MOREIRA, D.A. **Administração da Produção e Operações.** São Paulo: Cengage Learning, 2011. 640 p.

OLIVEIRA, R.R. **Para além da produtividade: Organização do tempo e forma de execução de obras repetitivas a partir dos conceitos de lean construction.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO DA QUALIDADE E ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO. 1. Recife, 1999.

SLACK, N. et. al. **Administração da Produção.** São Paulo: Atlas, 2009. 703 p.

SOIBELMAN, L. **As perdas de materiais na construção de edificações: sua incidência e seu controle.** 1993. 142 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

SOUZA, R.; MEKBEKIAN, G. **Metodologia de gestão da qualidade em empresas construtoras.** In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. 4. São Paulo, 1993.

SOUZA, U.E.L. **Como reduzir perdas nos canteiros: Manual de gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo: Pini, 2005. 128 p.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ANÁLISE DA PRODUÇÃO CIENTÍFICA RELACIONADA COM PADRONIZAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL DE 2010 A 2014

**OLIVEIRA, Camilla Araújo Coelho (1); SANTANA, Júlio Cesar Oliveira (2);
VIANA NETO, Luis Antônio da Cunha (3); SANTOS, Débora de Gois (4)**

(1) e-mail: camillacoelho25@hotmail.com, (2) e-mail: juliosantana14@hotmail.com, (3) e-mail: lucamopolos@hotmail.com,(4) UFS, (79) 2105 6700, e-mail: deboragois@yahoo.com.br

RESUMO

A padronização e racionalização dos processos na construção civil são conceitos defendidos pela filosofia de construção enxuta. Em consequência das ações que buscam a padronização e a racionalização das atividades, a redução da variabilidade, o aumento da produção e a transparência do processo construtivo são evidenciados. Este trabalho é um estudo bibliométrico cujo objetivo principal é descrever o quadro de publicações sobre padronização na construção civil nos últimos 5 anos (2010-2014). Como resultado, foi observado um total de 21 publicações com parcela significativa de contribuição nacional (12 publicações ou 57% da amostra). Verificou-se também que as principais fontes de publicações foram a conferência anual da comunidade da construção enxuta (IGLC, com 52,38%) e os encontros da ANTAC (ENTAC, com 19,05%). Como contribuição, espera-se reunir o conhecimento sobre este tema, para que seja facilitada a atualização, a expansão o desenvolvimento da padronização na construção civil.

Palavras-chave: Padronização, Variabilidade, Racionalização, Construção civil.

ABSTRACT

The standardization and rationalization of processes in civil construction are concepts addressed by the lean construction. As a result of actions that seek activities standardization and rationalization are evidenced variability reduction, increased production and construction process transparency. This paper aims to analyze the scientific publications related with standardization in building construction along the latest 5 years (2010-2014) in a bibliometric approach. As a result, 21 papers with significant participation in Brazil were found (12 papers or 57% of the sample). The main sources of the verified publications were the annual IGLC conferences (52,38%) and the ANTAC meetings (ENTAC, with 19,05%). As a contribution, is expected to gather knowledge on this theme, in order to facilitate, expand and develop the standardization in civil construction.

Keywords: standardization, variability, rationalization, civil construction.

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade para selecionar fontes bibliográficas de pesquisa dada a quantidade de trabalhos que estão sendo publicados, principalmente após a criação dos periódicos eletrônicos (FAPESP, 2011 apud Cândido et al., 2014), motivou o artigo em questão.

Este trabalho tem com objetivo principal descrever o quadro de publicações relacionadas com padronização na construção civil, no período 2010-2014, considerando a importância do tema para o desenvolvimento do setor e de outros trabalhos na área de construção enxuta. Busca conhecer o impacto de determinadas publicações ou periódicos relacionados a correntes de pensamento e/ou a produção científica do tema, bem como entender, mapear, mensurar as referências bibliográficas e as suas publicações. Para isso,

foi desenvolvida uma pesquisa de abordagem bibliométrica. Essa abordagem visa clarificar e simplificar o acesso de pesquisadores aos principais artigos de suas respectivas áreas ou estudo de produção científica sobre um determinado assunto (PITHAN et al., 2005 apud CÂNDIDO et al., 2014).

A escolha por esse modelo de pesquisa justifica-se pelo método de organização e sistematização das informações que a caracterizam como um filtro daquilo que é mais relevante diante da produção científica atual para o tema em questão. Espera-se, dessa forma, contribuir para a difusão do tema e para a elaboração de trabalhos futuros que tenham a mesma matriz teórica.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Padrão e Padronização

Segundo o dicionário Michaelis (2009), um dos significados da palavra padrão é modelo (referência a ser seguida). Conceitualmente pode ser entendido como uma repetição de elementos - gráficos, numéricos, estatísticos etc.-, que se apresentem como um conjunto lógico ou pode definir a qualidade de um objeto. Na Construção Civil, um padrão pode ocorrer em diferentes categorias, criando padrões tipológicos, qualitativos, dimensionais, processuais, técnicos, quantitativos, socioeconômicos (CAMPOS, 2014).

Já a padronização, segundo Ghinato (2004), faz com que haja apenas um modo de realizar a tarefa e que as melhorias permaneçam na empresa. A padronização pode ser entendida como uma sistematização do processo, de modo a facilitar ações que se repetem e para conferir às mesmas maior produtividade. Campos (2004) afirma que através de uma adequada padronização é possível atingir o principal objetivo de todo o sistema de produção: o atendimento das necessidades dos clientes.

A padronização pode ocorrer também de forma dimensional, a exemplo da coordenação modular. De acordo com Franco (1992), a coordenação modular pode ter reflexos em praticamente todas as fases do empreendimento. A introdução de procedimentos padronizados na execução promove um incremento na produtividade e facilita a introdução de técnicas que exigem maior precisão. A maior agilidade na execução é possibilitada pela criação de métodos de execução e pela padronização de detalhes.

Em resumo, pode-se dizer que a padronização tem como propósito: reduzir a variabilidade, promover a melhoria contínua do processo, deixar claro quais as atribuições dos envolvidos, possibilitar o controle da produção, garantir a qualidade do produto final e a transferência de informações em todos os níveis organizacionais, bem como promover a aprendizagem dos processos pela experiência (FAZINGA, 2012).

2.2 Racionalização

A racionalização tem por base o padrão e os elementos padronizados. Com o surgimento da construção enxuta, no Brasil, os estudos voltaram-se ao significado do termo padronização. A racionalização construtiva é um instrumento para reduzir custos e aumentar a produtividade, suficientemente poderoso para permitir a transição do estágio atual para um novo conjunto de atividades eficientes para construir, dentro do competitivo ambiente empresarial moderno; assim como, suas características mais importantes são o estudo e a adoção de soluções de racionalização na fase do projeto (MELHADO, 1994).

Já Sabbatini (1989) define a racionalização construtiva como um processo composto por ações que têm por objetivo otimizar o uso de recursos materiais, humanos, organizacionais, energéticos, tecnológicos, de tempo e financeiros disponíveis em todas as fases da construção. No entanto, o conceito de racionalização só será completamente utilizado quando as suas ações forem planejadas desde a concepção do projeto. De forma simplificada, o autor afirma que: “racionalizar é eliminar desperdícios” e que a racionalização tem por objetivo fazer melhor uso dos recursos disponíveis.

Franco (1996), por sua vez, considera que a racionalização, por suas características, é uma alternativa mais próxima à realidade da indústria da construção civil que outras intervenções mais radicais como a industrialização. O autor considera ainda que uma alternativa para aumentar a produtividade nos canteiros de obra é a gradual alteração dos processos construtivos tradicionais, através da aplicação de princípios como a racionalização construtiva, sem a alteração radical dos sistemas de produção.

2.3 Redução de variabilidade

Segundo Isatto et al. (2000), existem diversos tipos de variabilidade envolvidos num processo de produção: a) Variabilidade nos processos anteriores: relacionada aos fornecedores do processo; b) Variabilidade no próprio processo: relacionada à execução de um processo; e c) Variabilidade na demanda: relacionada aos desejos e necessidades dos clientes de um processo.

A primeira razão para a redução da variabilidade está ligada com a satisfação do cliente (KOSKELA, 1992). Em segundo lugar, a variabilidade tende a aumentar a parcela de atividades que não agregam valor e o tempo necessário para executar um produto, devido à interrupção de fluxos de trabalho e não aceitação de produtos fora de especificação pelo cliente (ISATTO et al., 2000). Assim, os altos níveis de variabilidade no processo podem gerar a ocorrência de *work in progress*. Já a divisão segmentada de responsabilidades, a falta de sincronização dos fluxos de trabalho e o sistema de bônus resultam na alta variabilidade do processo de operações (SANTOS et al., 2002).

O princípio da redução da variabilidade, evidenciado por Koskela (1992), pode ser chamado de redução de incerteza ou aumento da previsibilidade. Os processos de produção são variáveis, devido à variação dos recursos necessários para fabricação dos produtos, como matéria prima, mão de obra e tempo. Koskela (2004) afirma ainda que a principal causa para a ocorrência de perdas no sistema de produção é a variabilidade.

Fazinga (2012) afirma que através da adoção da padronização para determinado pacote de trabalho, é possível reduzir a variabilidade no processo, além de estabilizar o seu desempenho. Porém, existe uma parcela desta variabilidade que não pode ser removida, cabendo à gerência de produção minimizar seus efeitos (ISATTO et al., 2000).

3 METODOLOGIA

3.1 Enquadramento metodológico

A presente pesquisa está enquadrada no método quantitativo, pois é caracterizada pelo emprego da quantificação na coleta de informações e no tratamento delas. É considerada de natureza descritiva, já que propõe investigar as características de um fenômeno como tal, com o objetivo restrito de descrever a prática corrente. As amostras são do tipo não probabilísticas, ou seja, escolhidas por determinados critérios e de forma

intencional(RICHARDSON, 2011).É também classificada como pesquisa básica, visto que está sendo conduzida com o objetivo de ampliar o entendimento de questões gerais, sem foco em sua aplicação imediata (COLLIS; HUSSEY, 2005).

3.2 Delineamento da pesquisa

Estabeleceu-se uma metodologia dividida em cinco etapas: revisão bibliográfica, escolha de um modelo para análise, pesquisa sobre o tema, análise do conteúdo com base no modelo escolhido e resultados. Foram feitas pesquisas no portal da CAPES, no Google Acadêmico, em congressos técnico-científicos relacionados à área de gestão e economia da construção (nacional e internacional) e na base do Infohab, utilizando para a busca as palavras-chave (em português): padrão, padronização, racionalização e redução de variabilidade, e *standardization, rationalization, variability reduction* (em inglês); com o objetivo de descrever o quadro de publicações sobre o tema na construção civil durante os últimos cinco anos (2010 – 2014).

A justificativa para a limitação do período de 2010 a 2014 deve-se ao fato de ser o período, considerado pelo meio acadêmico, onde são desenvolvidas e aplicadas teorias mais recentes sobre um determinado tema. Ademais, o termo padronização passou a ser utilizado com mais frequência na literatura acadêmica nesse período. Também foram adotadas algumas limitações, como por exemplo: deveriam estar relacionados com a construção civil; serem artigos, desconsiderando-se dissertações e teses; deveriam estar em português (idioma nativo) ou em inglês (língua internacional).

Após realizada a pesquisa nos sites de buscas e também nas referências citadas nos artigos encontrados, chegou-se ao número de 29 artigos. Porém, ao realizar uma triagem com análise mais aprofundada do tema após a leitura dos resumos dos trabalhos selecionados, esse número reduziu para 21 artigos.

3.3 Modelo de análise

O modelo de análise foi formulado a partir do protocolo de análise de Campos et al. (2012) e de Cândido et al. (2014) para realizar a análise dos trabalhos pesquisados. O modelo ficou então subdividido em três partes: Identificação dos artigos - ano de publicação, tipo, evento/ periódico, tema; Autores e instituições - autores, instituições, origem da instituição; Citações (referencial bibliográfico) - autores, tipo de bibliografia, fontes das citações e referências bibliográficas.

4 RESULTADOS

4.1 Identificação dos artigos

Ao finalizar a pesquisa, chegou-se a um número de 21 artigos que abrangem o tema abordado neste trabalho. A quantificação dos trabalhos por ano está representada no Quadro 1, porém não serão listados os artigos. Percebeu-se que a publicação dos artigos aconteceu de forma crescente, apresentando 8 publicações no ano de 2014, ou seja, aproximadamente 40% do total de publicações encontradas. A maioria dos artigos publicados, aproximadamente 81% do total, foram apresentados em congressos, já os outros artigos (cerca de 19% do total), foram publicados em revistas técnico-científicas. A conferência do *International Group for Lean Construction (IGLC)* foi a líder de publicações, com 11 trabalhos, como mostra o Quadro 2.

Quadro 1 - Publicações sobre o tema durante os anos de 2010 e 2014.

Ano	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Número de Trabalhos	2	3	4	4	8	21
Número de Autores	5	10	10	13	19	57
Número de Universidades	2	7	3	5	11	28

Fonte: Elaborada pelos autores.

Os trabalhos foram classificados em 3 temas, como está apresentado no Quadro 3. Observa-se que foram totalizados 24 artigos, pois 3 dos artigos abordaram dois temas. O tema racionalização agrupa os trabalhos que buscam uma melhor utilização dos recursos existentes em determinados serviços ou na elaboração de projetos. O tema padronização agrupa os trabalhos que utilizam da padronização, tanto de processos como também de materiais, para melhorar a produtividade, a qualidade do produto final e reduzir custos e prazos. Por fim, o tema variabilidade aborda os trabalhos que caracterizam os tipos de variabilidade e que, além disso, propõem soluções a fim de reduzir a variabilidade.

Quadro 2 - Fontes das publicações sobre o tema.

Nº	Fonte	Total	% de Trabalhos
1	IGLC	11	52,38%
2	ENTAC	4	19,05%
3	Revista Ambiente Construído	2	9,52%
4	ENESEP	1	4,76%
5	GESCON	1	4,76%
6	Revista Impulso	1	4,76%
7	Caderno CRH	1	4,76%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 3 - Classificação por tema em ordem cronológica.

Tema	2010	2011	2012	2013	2014	Total
Racionalização	2 100%	1 25%	1 25%	2 40%	3 33%	9 38%
Padronização	0 0%	1 25%	2 50%	1 20%	4 44%	8 33%
Variabilidade	0 0%	2 50%	1 25%	2 40%	2 22%	7 29%
Total	2 100%	4 100%	4 100%	5 100%	9 100%	24 100%

Fonte: Elaborada pelos autores.

4.2 Autores e instituições

Foi apresentado no Quadro 4 os nomes dos autores que tiveram o maior número de publicações. Coincidentemente, apenas cinco autores participaram de mais de um artigo, sendo três deles como autor e os demais como coautor.

Por sua vez, o Quadro 5 apresenta as instituições que tiveram maior participação nas publicações dos artigos sobre o tema nos últimos cinco anos. Destacam-se a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a Universidade Federal de São Carlos

(UFSCar), a Universidade Federal de Viçosa (UFV) e o *Karlsruhe Institute of Technology*(KIT), cada uma com dois artigos.

Quadro 4 - Autores principais entre 2010 e 2014.

Nº	Autor	Artigos como		Total
		autor	coautor	
1	MOHAMED, A.	2	0	2
2	MARIS, R. N.	2	0	2
3	COSTA, L. R.	2	0	2
4	GRANJA, A. D.	0	2	2
5	PICCHI, F. A.	0	2	2

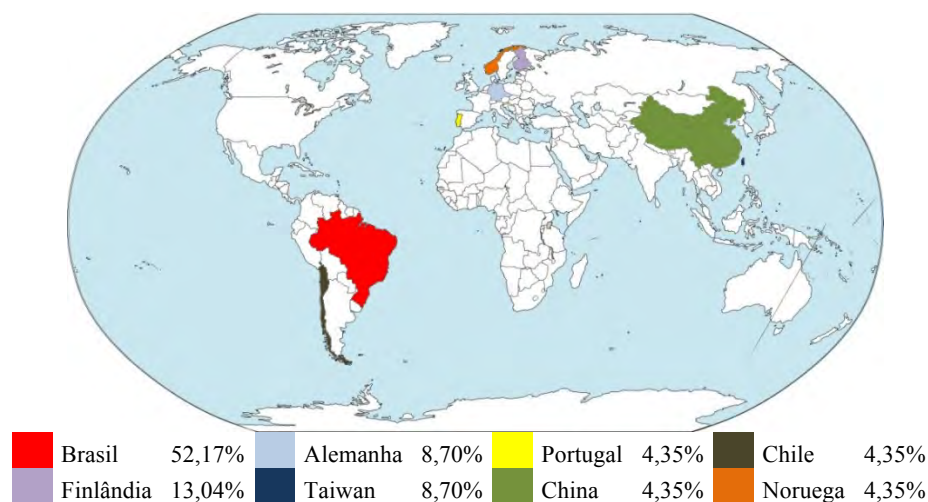
Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 5 - Ranking de instituições colaboradoras.

Instituição	Participação em artigos					Total	%
	2010	2011	2012	2013	2014		
Unicamp	0	0	1	1	0	2	7,14%
UFSCar	1	0	0	0	1	2	7,14%
Universidade Federal de Viçosa	0	0	0	0	2	2	7,14%
Karlsruhe Institute of Technology (KIT)	0	0	0	1	1	2	7,14%
∑ 4 primeiros	1	0	1	2	4	8	28,57%
∑ demais	1	7	2	3	7	20	71,43%
Total	2	7	3	5	11	28	100,00%

Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 1–Distribuição geográfica das instituições que publicaram no período.



Fonte: Elaborada pelos autores.

Na Figura 1 é possível observar a distribuição geográfica das instituições vinculadas aos autores e coautores. O Brasil foi o país com maior participação, tendo 12 artigos publicados por instituições brasileiras, sendo seguido pela Finlândia, com 3 artigos,

Alemanha e Taiwan, com 2 artigos, e Portugal, China, Chile e Noruega com 1 artigo. Alguns trabalhos foram feitos em parceria com instituições de diferentes países.

4.3 Citações

O Quadro 6 demonstra os autores mais citados nos trabalhos utilizados na amostra, onde estão relacionados os 15 autores com maior número de citações. Em relação às fontes mais citadas (Quadro 7) destacou-se a conferência do IGLC com 17% das citações.

Quadro 6 - Os 15 autores mais citados.

Nº.	Autor	Como principal	Como coautor
1	BALLARD, G.	20	8
2	KOSKELA, L.	16	6
3	LIKER, J. K.	8	1
4	WOMACK, J. P.	6	0
5	LEITE, M.	5	0
6	OHNO, T.	5	0
7	FORMOSO, C. T.	4	3
8	GIBB, A. G.	4	1
9	KALSAAS, B. T.	4	0
10	BULHÕES, I. A.	4	0
11	MONDEN, Y.	4	0
12	YU, H.	4	0
13	HOWELL, G.	3	12
14	TOMMELEIN, I. D.	3	7
15	PICCHI, F. A.	2	5

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 7 - Fontes mais citadas.

Fonte	Quant.	%
IGLC	49	17%
Journal of Construction Engineering and Management	19	7%
Escola Politécnica da Universidade de São Paulo	13	5%
McGraw-Hill (editora)	9	3%
Lean Enterprise Institute	8	3%
Bookman	7	2%
Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído	7	2%
Construction Management & Economics	5	2%
Lean Construction Journal	5	2%
University of Birmingham	5	2%
∑ 10 primeiras	127	44%
∑ demais	161	56%
Total	288	100%

Fonte: Elaborada pelos autores

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo apresentou uma caracterização geral sobre a produção científica dos temas: padrão, padronização, racionalização e redução de variabilidade na construção civil durante os anos de 2010 e 2014, resultando em uma amostra final de 21 artigos. Percebeu-se que a publicação dos artigos aconteceu de forma crescente. A publicação em congressos destacou-se, representando 81% do total, e teve como líder a conferência do *International Group for Lean Construction* (IGLC) com 11 trabalhos publicados.

Os principais temas observados nas publicações dividiram-se em racionalização (38%), padronização (33%) e variabilidade (29%). Os cinco autores que mais publicaram sobre esses temas foram: Mohamed, A. Maris, R. N., Costa, L. R., Granja, A. D. e Picchi, F. A. Com relação à distribuição geográfica das instituições vinculadas aos autores, observou-se que houve a participação de 8 países, sendo o Brasil o país com maior participação.

Das instituições que tiveram maior participação nas publicações dos artigos, a Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), a Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), a Universidade Federal de Viçosa e o *Karlsruhe Institute of Technology* (KIT) foram as que mais colaboraram, cada uma com dois.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, I. B. et al. Análise da produção científica sobre Lean Construction x GreenBuilding no período de 2007 a 2011. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: 2012. p. 3008-3016.
- CAMPOS, V. F. **TQC: Controle da Qualidade Total** (no estilo japonês). Nova Lima: INDG Tecnologia e Serviços Ltda, 2004.
- CAMPOS, V. F. **Qualidade total: padronização de empresas**. 2 ed. Nova Lima: Editora FALCONI, 2014.
- CÂNDIDO, L. F. et al. 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, Maceió. **Anais...** Maceió: 2014, p 1388-1397.
- COLLIS, J; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação**. 2 ed. Poro Alegre: Bookman, 2005.
- FAZINGA, W. R. **Particularidades da construção civil para implantação do trabalho padronizado**. 2012, 157p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Edificações e Saneamento) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- FRANCO, L. S. **Aplicação de diretrizes de racionalização construtiva para a evolução tecnológica dos processos construtivos em alvenaria estrutural não armada**. 1992. 319p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- FRANCO, L. S. **Racionalização construtiva, inovação tecnológica e pesquisas**. In: Curso de Formação em Mutirão EPUSP, São Paulo. 1996.

- ISATTO, L. et al. **Lean construction**: princípios básicos e exemplos. Porto Alegre: NORIE, 2000. 12p.
- GHINATO, P. Jidoka: a essência da qualidade e equilíbrio do Sistema Toyota de Produção. In: LEAN SUMMIT, 2004, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Lean Institute Brasil, 2004.
- KOSKELA, L. Application of the new production philosophy to construction. **Technical Report n.º. 72**. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992, 87p.
- KOSKELA, L. Making-do: the eighth category of waste. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE INTERNATIONAL GROUP OF LEAN CONSTRUCTION, 12th, Elsinore, Denmark. 2004. **Proceedings...**Denmark, 2004, 10p.
- MELHADO, S.B. **Qualidade do projeto na construção de edifícios: aplicação ao caso das empresas de incorporação e construção**. 1994. 294p. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1994.
- Michaelis Moderno Dicionário da Língua Portuguesa**. 5. ed., março de 2009 Disponível em: <<http://michaelis.uol.com.br/moderno/portugues/index.php>>. Acesso em: 23/04/2015.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social**: Métodos e Técnicas. 3ª ed. São Paulo: Atlas, 2011.
- SABBATINI, F.H. **Desenvolvimento de métodos, processos e sistemas construtivos**. 1989. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo.
- SANTOS, A. dos et al. Evolution of management theory: the case of production management in construction. **Management Decision**, 2002, Vol. 40 Iss: 8, p. 788 – 796.



INVESTIGAÇÃO DO COMPORTAMENTO ENXUTO DE EMPRESAS CONSTRUTORAS DE MÉDIO PORTE

CRUZ, Herbert Melo (1); SANTOS, Débora de Gois (2)

(1) e-mail: hmc_014@hotmail.com (2) UFS, (79) 2105 6700, e-mail: deboragois@yahoo.com.br

RESUMO

O objetivo da pesquisa foi investigar se existe um comportamento enxuto dos engenheiros de obra e qual o impacto desse comportamento percebido pela equipe de campo em construtoras de médio porte. A metodologia consistiu na aplicação de dois questionários, um com os engenheiros (literatura) e o outro (elaborado pelos autores) com os operários da produção nos canteiros de obras. As questões foram divididas nas famílias: definição do trabalho, medição do trabalho, comunicação e disseminação de informações, direção e motivação dos trabalhadores, programação do trabalho, uso de equipamentos e cadeia produtiva. Foram selecionadas três empresas construtoras e em cada uma delas três canteiros de obras, sendo entrevistados 13 engenheiros e 35 operários. Como resultados, todas as construtoras, tanto no grupo dos engenheiros, como na produção (operários), apresentaram boas atuações nas famílias definição do trabalho, uso de equipamentos e cadeia produtiva, com uma tendência de fraca atuação em medição do trabalho. Verifica-se que as empresas têm um foco mais na preparação para o trabalho do que na gestão da produção em si.

Palavras-chave: Comportamento, Construção enxuta, Produção.

ABSTRACT

The aim was to investigate whether there is a lean behavior of work of engineers and how the impact of this behavior is perceived by field staff in medium-sized construction companies. The methodology consisted in the application of two questionnaires. The first, based on literature, was applied with civil engineers. The second, created by authors, was applied with the production workers at construction sites. The questions were divided into families: work definition, work measurement, reporting and dissemination of information, direction and motivation of workers, work schedule, use of equipment and production chain. Three construction companies were selected and in each one three construction sites, being interviewed 13 engineers and 35 workers. As a result, all construction companies, both in the group of civil engineers as production workers, showed good performances in the family's work definition, use of equipment and production chain, with a trend of bad performance to work measurement. It appears that companies have a focus more on work preparation than in production management itself.

Keywords: Behavior, Lean construction, Production.

1 INTRODUÇÃO

A Construção Enxuta mostra-se capaz de garantir as necessidades do mercado, apresentando características necessárias para atingir estes objetivos, enfatizando a redução das perdas e de atividades que não agregam valor para a produção, além de otimizar a qualidade dos trabalhos, para que atendam aos requisitos do cliente, seja este interno ou externo (comprador) (KOSKELA, 1992).

Para Nesensohn et al. (2014), é nítida a dificuldade das empresas construtoras em implementar conceitos da Construção Enxuta, além de medir o nível ou a maturidade

desta implementação. A partir deste problema, o presente artigo teve como objetivo investigar se existe um comportamento enxuto dos engenheiros de obra e qual o impacto desse comportamento percebido pela equipe de campo em construtoras de médio porte.

Para alcançar o objetivo do trabalho, foram utilizados os testes aplicados por Bressiani et al. (2003) com engenheiros de obras e como contribuição foi criado um novo teste para ser aplicado com os operários das obras, contendo questões voltadas ao comportamento da produção do ponto de vista da Construção Enxuta.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Cândido et al. (2014) afirmam que a filosofia *Lean* quebrou paradigmas gerenciais conservadores, dando espaço à inovação e à melhoria contínua das empresas, auxiliando-as a obter um estilo gerencial preparado frente às mudanças impostas pelos clientes e pelo mercado.

Conforme Monteiro et al. (2011), despertado o interesse da empresa pela aplicação da Construção Enxuta, deve-se adotar uma nova visão de planejamento de obra de acordo com os princípios da filosofia, possibilitando organizar de forma sistemática todos os seus setores. São vastas as possibilidades de aplicações dos conceitos enxutos no gerenciamento e planejamento da produção.

Ballard (2000) e Hamzeh e Aridi (2013) tratam em seus trabalhos a inclusão do conceito de fluxo de trabalho como gestão mais adequada de projetos de construção, utilizando o *Last Planner System*TM (LPS). Moura e Heineck (2014) aliam referências da Construção Enxuta na criação de linhas de balanço.

Bressiani et al. (2003) apresentam um questionário, dividido em duas partes, submetido a engenheiros de obras com questões voltadas ao seu comportamento segundo a visão *Lean*, objetivando fornecer um diagnóstico para futuras intervenções de outros pesquisadores. Estes comportamentos, atitudes e opiniões foram retirados da literatura, além das boas práticas consideradas em obra. Na primeira parte, as questões foram agrupadas em sete famílias, abrangendo atitudes referentes ao mesmo tópico de gestão. A segunda parte é uma antítese, com questões voltadas a comportamentos contrários ao enxuto, denominado de comportamento normal, que tem finalidade de confrontar as respostas do primeiro teste.

Segundo Bressiani et al. (2003), a primeira parte do questionário foi dividida em sete famílias, cada uma com questões referentes ao mesmo tópico de gestão, tais como: (1) definição do trabalho, (2) medição do trabalho, (3) comunicação e disseminação de informações, (4) direção e motivação dos trabalhadores, (5) programação dos trabalhos, (6) uso de equipamentos e (7) cadeia produtiva.

Heineck et al. (2009) discutem as famílias referentes ao mesmo tópico de gestão. As famílias 1, 6 e 7 estão voltadas para a área operacional da produção enxuta: definir valor, ciclos de trabalho e fluxos, redução de perdas, uso de equipamentos, padronização e desenvolvimento de tecnologia básica; As famílias 2, 3 e 4 estão ligadas aos aspectos comunicacionais e motivacionais junto aos trabalhadores, de acordo com a produção enxuta: transparência, comunicação, medição, *feedback* de informações, melhoria das condições de trabalho, remuneração e motivação dos operários; A família 5 é relacionada ao planejamento e à programação da produção.

Bressiani et al. (2003) afirmam como resultados de seu trabalho: o consenso entre os engenheiros participantes de sua pesquisa quanto ao reconhecimento do papel do trabalhador, mostrando atitudes semelhantes na família “direção e motivação do trabalho”, bem como a unanimidade por parte dos entrevistados da desconsideração com as medições em geral, sejam elas de desperdício ou avaliação de desempenho.

3 METODOLOGIA

O objeto de pesquisa foram três empresas construtoras de médio porte, sendo entrevistados engenheiros e operários. O Quadro 1 detalha as quantidades de entrevistados na pesquisa e como a mesma foi dividida. As obras apresentavam sistemas construtivos diversos (concreto armado, alvenaria estrutural e paredes de concreto moldadas no local) além de fases distintas.

Quadro 1 – Detalhamento da quantidade de entrevistados na pesquisa

Obra	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Engenheiros	2	2	1	2	1	2	1	1	1
	5			5			3		
Operários	3	3	3	5	5	5	5	3	3
	9			15			11		

Fonte: Os autores

Dois tipos de questionários estruturados fechados (respostas do tipo “Sim” ou “Não”) foram utilizados nas entrevistas com os engenheiros e operários. Um deles, direcionado aos engenheiros, foi apresentado por Bressiani et al. (2003). Este questionário pode ser encontrado, por completo, em Heineck et al. (2009).

Além do questionário supracitado, foi elaborado pelos autores deste artigo um segundo questionário (Comportamento Enxuto na Produção), direcionado aos operários (Quadro 2). É uma adaptação da primeira parte do questionário de Bressiani et al. (2003), sendo suprimidas as famílias: (2) medição do trabalho e (7) cadeia produtiva, por serem temas direcionados aos engenheiros. Seu objetivo é analisar o comportamento enxuto da produção, verificando se o comportamento enxuto dos gerentes é realmente passado para a produção.

Este questionário elaborado apresenta uma linguagem simplificada e adaptada ao entendimento dos operários. Esta adequação foi possível após a aplicação piloto em um canteiro de obras, corrigindo-se as falhas identificadas. Após esta etapa, o mesmo foi submetido à validação por três especialistas.

Um tratamento estatístico simples dos dados, utilizando planilha eletrônica foi realizado. Neste, obtiveram-se médias percentuais, desvios padrões e intervalos de confiança. Para cada empresa construtora foram então calculados os percentuais de respostas afirmativas dos entrevistados, primeiramente por famílias e após para todo o questionário. Foram confrontados os percentuais obtidos do questionário dos engenheiros (primeira parte) com o da produção (operários). Neles, as repostas afirmativas sugerem comportamentos enxutos. Também foi feita uma comparação entre a primeira parte e segunda parte (antítese) do questionário dos engenheiros, ou seja, comportamento enxuto e normal, objetivando verificar a veracidade das informações.

Quadro 2 – Questionário de Comportamento Enxuto na Produção (operários)

Família 1 - Em relação à definição do trabalho (valor, ciclo e pacotização):
1- Ao iniciar um serviço, você percebe se o serviço anterior executado de forma satisfatória?
2- Ao iniciar um novo serviço, você recebe orientação da equipe técnica, realizando ensaios ou utilizando gabaritos?
3- Geralmente você realiza serviços curtos, repetindo estes várias vezes?
4- Ao executar um trabalho repetitivo, a equipe técnica da obra dá suporte para que o trabalho seja feito em menos tempo e utilizando menos materiais?
5- Ao acabar um serviço, você é de imediato direcionado para outro, onde encontra os materiais necessários e a explicação da equipe técnica de como executá-lo?
Família 3 - Em relação à comunicação e disseminação de informações:
1- Quando relata algum problema à equipe técnica, você recebe um retorno deles e o problema é resolvido?
2- Quando precisa de informações a respeito de execução do serviço, medidas e dúvidas, você não encontra dificuldade em consegui-las?
3- Durante a execução de um serviço repetitivo, você não recebe orientações diferentes sobre sua forma de execução?
Família 4 - Em relação à direção e motivação dos trabalhadores:
1- Você nunca foi culpado por alguma falha na execução do serviço, que foi causada por falta de explicação ou informação?
2- Você já foi escalado para executar serviços que desconhecia, aprendendo com outros colegas?
3- A equipe técnica cobra comportamentos, atitudes e qualidade do que data de entrega do serviço?
4- Você acredita que desenvolve os trabalhos em ambiente seguro e sem riscos?
Família 5 - Em relação à programação dos trabalhos:
1- Ao iniciar um novo serviço, a equipe técnica trabalha rapidamente para que esteja tudo preparado (materiais, informações, organização)?
2- Não precisou parar de executar algum serviço por falta de frente de trabalho (campo)?
3- No início da semana e do dia, na primeira hora de trabalho, você já é direcionado para as atividades a serem executadas, com materiais e informações disponíveis?
4- Durante o dia de trabalho, você não passa mais de uma hora esperando material, deslocando-se entre os serviços ou esperando orientações?
5- Você não precisou parar de executar um trabalho por falta de material, ferramentas ou erros relacionados à equipe técnica?
6- Você acredita que a equipe técnica dá acompanhamento necessário durante a execução de serviços para evitar erros e desmanches?
7- Durante a execução de serviços repetitivos, você consegue executá-los sem interrupções?
8- Você mantém ordem e limpeza do ambiente durante o trabalho?
Família 6 - Em relação ao uso de equipamentos:
1- A empresa fornece equipamentos e ferramentas em bom estado de conservação e uso?
2- A empresa fornece equipamentos diferentes e nunca utilizados para serem empregados na obra?
3- Sempre que o funcionário precisa, a empresa fornece equipamentos e ferramentas em quantidade suficiente?
4- Você trabalha com gabaritos e moldes fornecidos pela empresa?

Fonte: Os autores

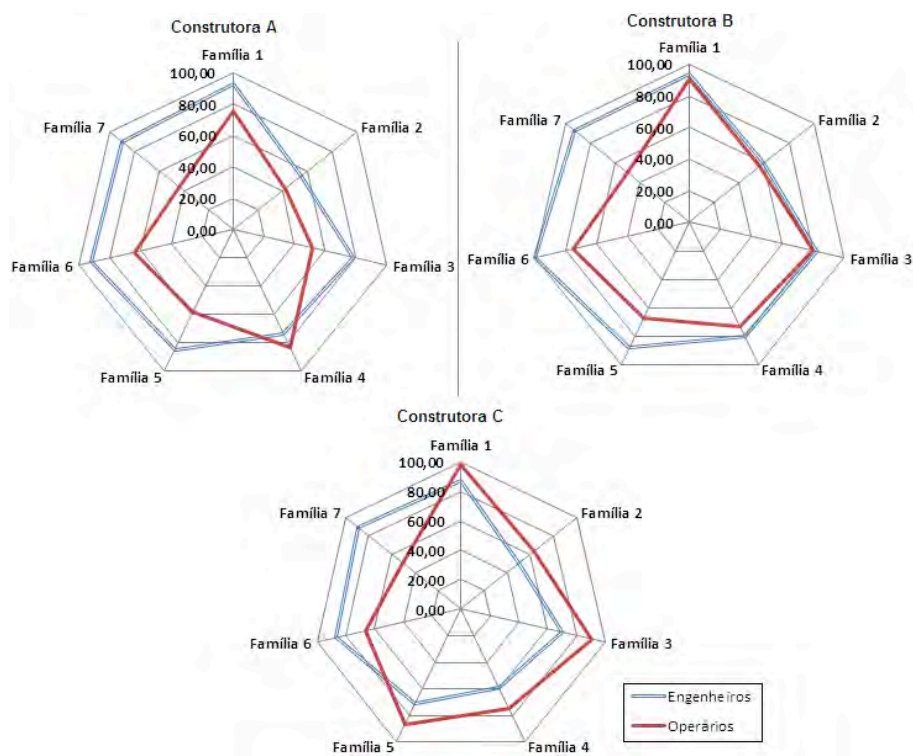
4 RESULTADOS

Para melhor entendimento, a apresentação dos resultados foi dividida em duas etapas: primeiro são mostrados os resultados dos engenheiros e operários de cada construtora quanto ao comportamento enxuto por famílias. Por último, são mostrados os resultados comparando o comportamento enxuto e normal dos engenheiros.

4.1 Comportamento enxuto dos engenheiros e da produção (operários) – Por família

Para a construtora A, ao analisar as linhas que representam os resultados dos testes dos engenheiros e operários, observa-se que há uma deficiência aparente na transmissão do comportamento enxuto dos engenheiros para a produção, exceto nas famílias 1 (definição do trabalho) e 4 (comunicação e disseminação de informações). Um tema importante como a programação do trabalho (família 5) mostra dificuldades, devendo receber maior atenção (Figura 1).

Figura 1 – Comportamento enxuto dos engenheiros e operários – por famílias



Fonte: Os autores

A construtora B mostrou um bom nível de transmissão do comportamento dos engenheiros para a produção. Percebe-se uma dificuldade maior na família 5 (programação de obras), assim como na construtora A.

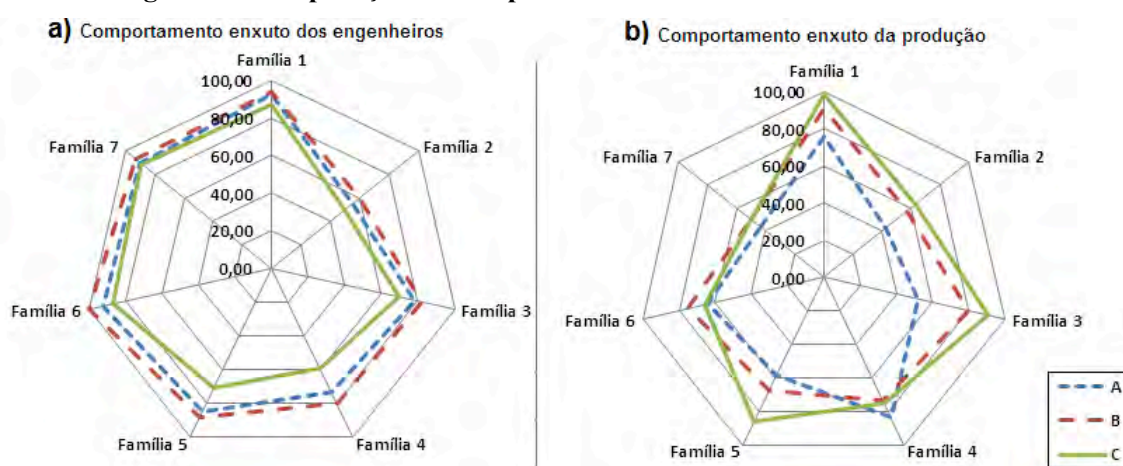
Na construtora C, apesar dos engenheiros não terem boa atuação na maior parte das famílias, verifica-se um comportamento inverso para a equipe de produção (operários). Estes apresentaram níveis satisfatórios, superiores até aos valores obtidos para os engenheiros. Isto pode ser justificado pelo nível tecnológico dos canteiros desta empresa construtora, caracterizado por sistemas construtivos mais industrializados do que os observados nos canteiros de obras das construtoras A e B. Nesta situação foram

destacadas as famílias 1 (definição do trabalho), 3 (comunicação e disseminação de informações), 4 (direção e motivação dos trabalhadores) e 5 (programação dos trabalhos), relacionadas principalmente com a preparação do trabalho e aplicação de conceitos voltados à abordagem humanística das organizações, destacando a influência da comunicação e da motivação no trabalho do homem.

4.2 Comparação do comportamento enxuto dos engenheiros e da produção (operários) entre as construtoras

Neste subitem evidencia-se a análise do comportamento enxuto entre as empresas construtoras (Figura 2).

Figura 2 - Comparação do comportamento enxuto entre as construtoras



Fonte: Os autores

4.2.1 Análise do comportamento enxuto dos engenheiros

No gráfico da Figura 2 (a), que representa o comportamento dos engenheiros, observa-se claramente que sua distribuição está homogênea entre as construtoras, indicando que seus engenheiros têm conhecimentos e desenvolvem ações de comportamento enxuto prioritariamente em certas famílias, independentemente do sistema construtivo adotado, assim como de fase de obra.

Dentre as famílias, as 1 (definição do trabalho), 6 (uso de equipamentos) e 7 (cadeia produtiva) são aquelas que apresentam melhores atuações, podendo ser consideradas as mais prioritárias por estes engenheiros. As famílias 3 (comunicação e disseminação de informações), 4 (direção e motivação dos trabalhadores) e 5 (programação dos trabalhos) mostram desempenhos intermediários. Porém, na gestão da produção estas famílias são de grande importância, impactando diretamente no andamento da produção. Visto isto deveriam apresentar melhores desempenhos.

A família 2 (medição do trabalho) apresenta o comportamento menos satisfatório entre as construtoras. Porém, este é um grupo importante, principalmente no sentido de facilitar o acompanhamento dos trabalhos e do que vem sendo executado, bem como de seu controle, contribuindo com informações necessárias para o sucesso das atividades desenvolvidas pela família 5 (programação de obras).

Em resumo, a construtora B manteve o melhor comportamento enxuto entre os engenheiros para todas as famílias, seguida das construtoras A e depois a C.

4.2.2 Análise do comportamento enxuto da produção (operários)

Ao analisar o comportamento enxuto da produção (operários) (Figura 2 (b)), lembra-se que as famílias 2 (medição do trabalho) e 7 (cadeia produtiva) não foram avaliadas no teste *lean* dos operários, sua inclusão só foi mantida no gráfico para facilitar a comparação.

Assim, analisando o gráfico da Figura 2 (b), que representa o comportamento enxuto da produção, observa-se uma distribuição bem mais assimétrica que o gráfico dos engenheiros. Há uma tendência de melhor comportamento enxuto entre as construtoras nas famílias 1 (definição do trabalho) e 4 (direção e movimentação dos trabalhadores).

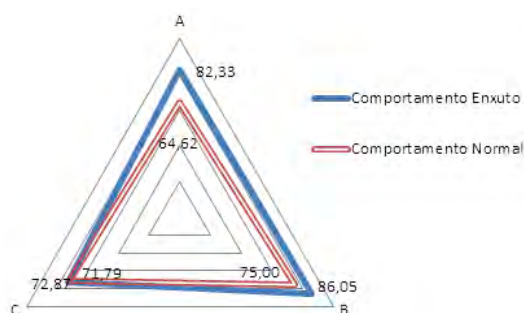
De forma intermediária, apresentam-se as famílias 3 (comunicação e disseminação de informações), 5 (programação dos trabalhos) e 6 (uso de equipamentos).

As construtoras B e C mantiveram melhores comportamentos entre a produção para maior parte das famílias. Já a construtora A apresentou um desempenho mais inferior.

4.3 Comportamento Enxuto versus Comportamento Normal dos Engenheiros

A Figura 3 apresenta um confronto entre os resultados obtidos através da primeira parte do questionário do comportamento enxuto dos engenheiros com sua antítese, o comportamento normal. A finalidade é analisar de forma antagônica ao questionário enxuto, a confiabilidade dos resultados.

Figura 3 – Comportamento enxuto versus normal dos engenheiros



Fonte: Os autores

Para a empresa construtora C, os valores das porcentagens dos dois questionários apresentaram-se bastante próximos, mostrando que as respostas dadas pelos seus engenheiros foram condizentes à realidade. Já para a construtora A, houve uma diferença considerável, indicando que pode ter havido problemas na interpretação ou respostas não condizentes à realidade. A construtora B apresentou uma diferença razoável entre os dois comportamentos.

5 CONCLUSÕES

O questionário voltado para a análise do comportamento enxuto da produção, elaborado pelos autores do artigo, mostrou-se como um complemento necessário para poder entender o comportamento de uma empresa construtora, que não é só formado pelo

comportamento dos gestores, mas sim de todos os funcionários. Com este questionário foi possível analisar a eficiência da produção, quanto ao comportamento enxuto. O ideal é aplicá-lo com o maior número possível de operários.

Em termos da inter-relação entre o comportamento dos engenheiros e da produção (operários), foi observado que algumas obras mostraram mais discrepâncias a depender da família analisada. As famílias 5 (programação dos trabalhos) e 6 (uso de equipamentos) foram unanimidade entre todas as construtoras em apresentar uma maior diferença. Isto ressalva a dificuldade que os engenheiros e construtoras enfrentam em realizar um bom planejamento e conseguir segui-lo.

Observou-se na pesquisa que existe um comportamento *Lean* por parte das empresas construtoras. Mesmo não adotando esta filosofia de maneira clara e direta, os resultados obtidos mostraram ser nítida a utilização de muitos conceitos e ferramentas no planejamento, gerenciamento da produção, organização de atividades da obra, dentre outras que fazem parte da Construção Enxuta. Os bons resultados obtidos pelas empresas B e C podem estar ligados aos treinamentos realizados com os seus engenheiros e funcionários, que introduzem conceitos da Construção Enxuta principalmente no tocante ao planejamento e à programação da obra, bem como à política de qualidade.

REFERÊNCIAS

- BALLARD, H. G. **The last planner system of production control**. May, 2000. 146p. Doctor of Philosophy Thesis, The University of Birmingham, Birmingham. 2000.
- BRESSIANI, L.; SANTOS, D. G.; SAFFARO, F. A.; SOUZA e SILVA, M. F.; HEINECK, L. F. O Comportamento dos engenheiros de obra em relação aos princípios *lean*. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos, 2003.
- CÂNDIDO, L. F.; CARNEIRO, J. Q.; HEINECK, L. F. M. Uma visão *lean* do gerenciamento do valor agregado aplicado a projetos de construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió 2014.
- HAMZEH, F.R.; ARIDI, O. Z. Modeling the Last Planner System metrics: a case study of an AEC company. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE IGLC, 21th, 2013, Fortaleza, Brazil. **Proceedings...** Fortaleza, Brazil. 2013. pp. 599-608.
- HEINECK, L., F., H. et al. **Coletânea Edificar Lean: Construindo com Lean Management**, v.1. Fortaleza: Expressão Gráfica Editora, 2009.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE. Center for Integrated Facility Engineering. Stanford University, 1992.
- MONTEIRO, J. M. F.; CRUZ, A. C. de M.; MOREIRA, K. M. de V.; CRUZ, L. T. G.; MORORÓ, M. S. de M.; HEINECK; L. F. M. Identificação gráfica de elementos da construção enxuta no planejamento de obras com linha de balanço. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 2011, Belém. **Anais...** Belém, 2011.
- MOURA, R., S., L., M.; HEINECK, L., F., M. Linha de Balanço – Síntese dos princípios de produção enxuta aplicados à programação de obras? In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUIDO, 2014, Maceió. **Anais...** Maceió, 2014.
- NESENSOHN, C.; BRYDE, D.; OCHIENG, E; FEARON D.; HACKETT, V. Assessing Lean Construction Maturity. In: ANNUAL CONFERENCE ON THE IGLC, 22th, 2014, Oslo, Norway. **Proceedings...** Oslo, Norway. 2014. pp. 1157-1168.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ENTORNOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN EN CONSTRUCCIÓN - RELACIÓN CON LA EVOLUCIÓN DE LA APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION EN COLOMBIA

CANO, Sandra (1); FAJARDO, Marcela (2); BOTERO, Luís (3); RUBIANO, Oscar (4)

(1) Universidad del Valle, +(57) (2) 3398462, e-mail: sandra.cano@correounivalle.edu.co, (2) Universidad EAFIT, (57) (4) 2619500 Ext. 9659, e-mail: marcefajardo@hotmail.com, (3) Universidad EAFIT, +(57) (4) 2619500 Ext. 9659, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co, (4) Universidad del Valle, +(57) (2) 3398462, e-mail: oscar.rubiano@correounivalle.edu.co

RESUMEN

La caracterización de los entornos y los sistemas de producción en manufactura está asociada al tipo de producto, la manera como este se produce y el tipo de demanda. El producto de construcción es único, se elabora en el sitio de entrega, los recursos fluyen a través de él durante su elaboración, cada producto exige configurar una cadena de suministro específica para su planificación, ejecución y control, etc. Estas características proporcionan elementos para entender e identificar los entornos de producción de proyectos de construcción y las configuraciones de su sistema de producción, para entender la producción de proyectos de construcción como insumo para establecer una relación que permita una transformación LC. Los datos de entrada para esta investigación se obtiene principalmente en el campo, en el contexto colombiano como un contexto piloto. Se utiliza una metodología que permite analizar desde la práctica de manufactura, los elementos conceptuales para caracterizar la práctica de construcción. Esta metodología parte de una exploración de las particularidades de los entornos y sistemas de producción identificados, con criterios de clasificación análogos a los de manufactura.

Palabras-clave: Entorno de Producción, Sistemas de Producción, Valor, Lean Construction

ABSTRACT

The characterization of environments and production systems in manufacturing are associated with the type of product, how this occurs and the type of demand. The construction product is unique, which is produced at the site of delivery, resources flow through it during processing; each requires configuring a specific supply chain planning, execution and control, etc. These features provide elements to understand and identify production environments construction projects and configurations of the production system, to understand the production of construction projects as an input to establish a relationship that allows an LC transformation. The input data for this research is mainly produced in the field, in the Colombian context as a pilot context. A methodology to analyze the conceptual elements from the practice of manufacturing to characterize building practice is used. This methodology is based on an exploration of the characteristics of production environments and systems identified with criteria similar to those manufacturing classification.

Keywords: *Production environments, production systems, Value, Lean Construction.*

1 INTRODUCCIÓN

Mirar el proyecto de construcción como sistema de producción, en función de identificar los resultados, implica reconocer sus elementos de entrada-procesos-salidas, y las características apropiadas para obtener los resultados de acuerdo con la estrategia de producción que la organización ha establecido. La manera en que se llevan a cabo, en planeación y ejecución de los proyectos de construcción, obedecen a una secuencia tradicional en la línea de vida del proyecto, en donde el control para el cumplimiento de hitos y otras particularidades relacionadas con su naturaleza, generan diferentes posiciones de académicos y practicantes en cuanto al impacto de la gestión en el flujo de valor. De acuerdo con Koskela (2000), la Teoría de Transformación-Flujo-Valor, TFV de la producción, sugiere que los tres elementos: la transformación de entrada a la salida, el flujo y la generación de valor, deben ser utilizados simultáneamente para conducir una estrategia de producción que logre su articulación de manera eficiente. El propósito de esta investigación es caracterizar el entorno en el que se desarrollan los proyectos de construcción de edificaciones, con enfoque en el caso Colombiano, y asociar el o los sistemas de producción presentes a configuraciones de cadena de valor en la aplicación de Lean Construction (LC) como alternativa de evolución de la gestión tradicional de proyectos de construcción. La manera como se llevó a cabo la investigación, considera una investigación bibliográfica enfocada en referencias académicas y en entrevistas a directivos de organizaciones de construcción en el contexto colombiano, con el fin de conocer la manera como los proyectos de construcción se llevan a cabo en la práctica, y que características se asocian según el tipo y alcance de los mismos.

2 ENTORNOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

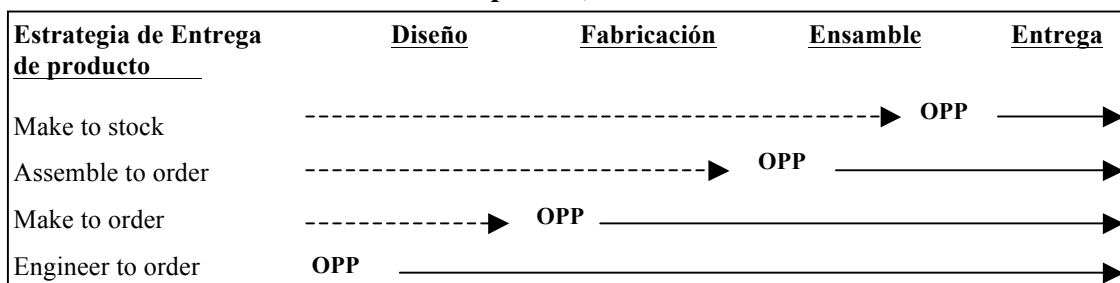
Con el fin de que las organizaciones sean efectivas y eficientes en entender y atender los requerimientos de los clientes, es necesario comprender y aplicar algunos principios fundamentales de planificación y control del proceso para la transformación de los insumos en productos útiles. Los enfoques de planificación y control de proyectos de construcción pueden ser una adaptación de los enfoques de manufactura, las diferencias entre la forma en que se realizan las operaciones en estos dos entornos, abren posibilidades de referenciación para el estudio de los proyectos de construcción en función de sus particularidades.

2.1 Entorno de producción

El diseño de una estrategia de planificación y control depende del mercado, volumen y variedad de la producción (Chapman, 2006), así como de la influencia que el cliente ejerce en el diseño del producto en función de los procesos de la organización. Proyectos con un alto nivel de personalización, donde el cliente participa en toda la línea de vida del mismo, se definen como Diseño o Ingeniería bajo pedido (Engineer to Order (ETO)), (Gosling et Al, 2012). En la medida en que el cliente participa del proyecto en una etapa más tardía, esto se relacionan con otros entornos de producción como Fabricación bajo pedido (Make to Order (MTO)), Armado bajo pedido (Assemble to Order (ATO)) y Fabricación para almacenamiento (Make to Stock (MTS)). El punto de la cadena de valor donde el producto está vinculado a un cliente específico se denomina el Punto de penetración del pedido o Punto de desacople, (sigla en inglés: OPP), donde el producto está vinculado a un cliente específico y es un punto de interés al momento de definir la estrategia de negocio en la cual se mueve la organización,

(Olhager, 2003). Los entornos de fabricación están relacionados con las operaciones de fabricación para ofrecer productos altamente estandarizados, o una amplia gama de productos. Estos entornos se identifican en la Figura 1, con la terminología original en inglés.

Figura 1: Estrategias de producción y su relación con los puntos de penetración del pedido, OPP.



Fuente: OLHAGER, 2003

2.2. Sistemas de Producción

Los sistemas de producción son un conjunto de procesos, procedimientos, métodos o técnicas que permiten la obtención de bienes y servicios, gracias a la aplicación sistemática de unas decisiones que tienen como función incrementar el valor de dichos productos para poder satisfacer unas necesidades (Bueno, 2010). El sistema de producción más apropiado para una organización es aquel que le permita proveer los resultados de producción requeridos por el cliente: Costo, Calidad, Rendimiento del producto, Entrega, Flexibilidad e Innovación (Miltenburg, 1995). Todos estos resultados materializan el concepto de valor al considerar los requerimientos del cliente, entendido como cliente, el conjunto de beneficiarios del proyecto: inversionista, comprador, medio ambiente y sociedad principalmente.

Se distinguen siete sistemas de producción (Miltenburg, 1995): **1. Sistemas tradicionales:** Que manejan rangos de variedad y volúmenes, partiendo del sistema Job shop, mediante el cual se fabrican muchos productos y pocos volúmenes cada vez más, hasta flujo continuo con producción de uno a pocos productos en volúmenes muy elevados. Estos sistemas son: Job shop, Flujo en lotes, Flujo en línea acompasado por operarios, Flujo en línea acompasado por el equipo y Flujo continuo, **2. Nuevos sistemas:** Justo a tiempo (JIT), Sistema de fabricación flexible (FMS). JIT para muchos productos y bajos o medios volúmenes y opciones de FMS para producir muchos productos y altos volúmenes.

3 ENTORNOS Y SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LC

Aunque la concepción de los sistemas productivos en la industria de la construcción y en la industria manufacturera parte de la misma caracterización global dada por la secuencia insumos-transformación-resultado, la industria de la construcción presenta características de estructura y flujo que sugieren diferencias con la industria manufacturera. El producto es único en su tipo, se produce en el sitio en el que operará, se establece una organización temporal y cuenta con una estricta intervención reguladora (Nam y Tatum, 1988; Warszawski, 1990; Koskela, 1992). Estas diferencias son insumos para identificar las posibles configuraciones de los proyectos de

construcción como sistemas productivos, en el camino hacia definir la configuración del sistema mediante la estrategia LC. Por otro lado, en el desarrollo del proyecto de construcción se presentan síntomas que evidencian afectación de la productividad, exigiendo una intervención que contribuya a incrementarla (García, 2009; Rubiano & Cano, 2013).

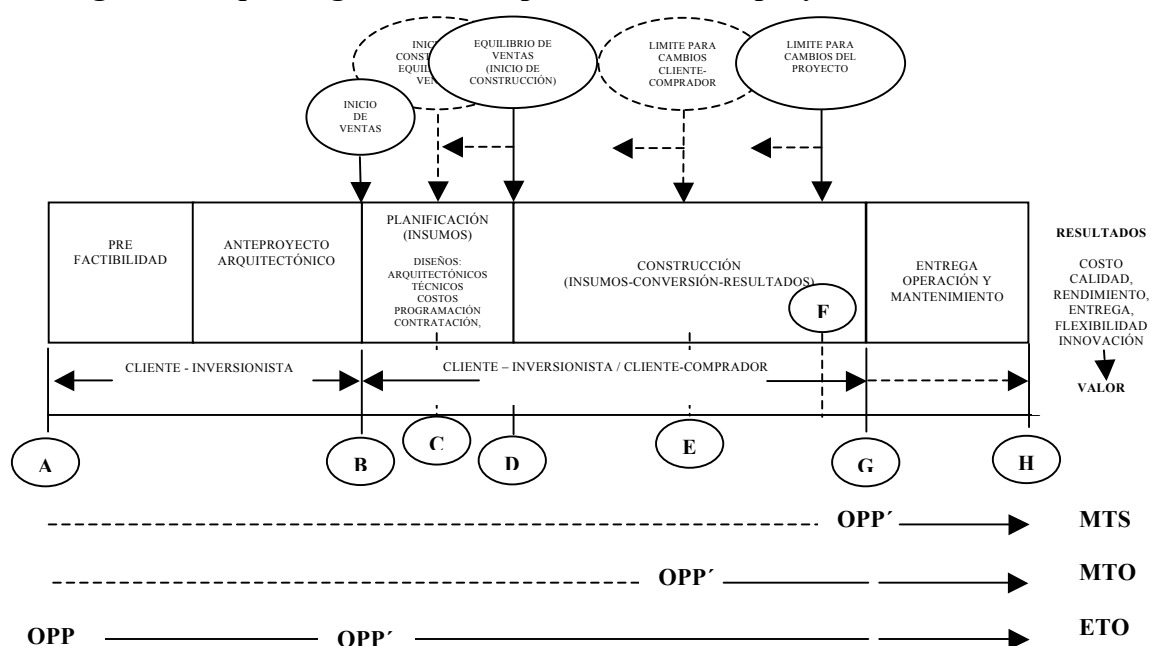
Un proyecto de construcción se desarrolla en etapas claramente diferenciadas, que implican diferentes niveles de fraccionamiento e integración. En ellas se identifican hitos de marcada importancia en su línea de vida y determinar los puntos en los cuales se debe prestar mayor atención para garantizar la entrega de los resultados de producción con altos estándares de desempeño. Con base en el análisis de estos hitos se definen los puntos de la cadena de valor donde el producto del proyecto está vinculado a un cliente específico y que contribuyen a proponer las diferentes configuraciones y estructuras del sistema productivo de proyectos, identificando también para ellos, los posibles puntos de desacople. En la Figura 2 se muestra un esquema general de la estructura del proyecto de construcción, asociando los puntos de desacople que definen las configuraciones.

En este esquema de la figura 2, se presentan las etapas del proyecto, con una marcada frontera entre ellas, así, una etapa no se lleva a cabo sin que la anterior no haya sido terminada. Esto marca una fuerte tendencia de procesos fraccionados debido a que entre las fases no se establecen acciones de cooperación que contribuyan a desvanecer estas fronteras. De otra parte, se observan dos tipos de clientes, el cliente-inversionista, que permanece en él, durante toda la línea de vida del mismo, del punto A hasta el Punto G (incluso hasta el Punto H si el negocio se estructura hasta esta fase), y el cliente-comprador que se integra al proyecto al momento de pagar por el derecho a participar, del Punto B al punto H. Una vez superada la etapa de prefactibilidad, se adelanta el anteproyecto arquitectónico y en él se integran los requerimientos del cliente-comprador, obtenidos de manera indirecta por medio de estudios de mercado, informes de actividades de postventa y encuestas de satisfacción a compradores en proyectos similares principalmente, además de integrar tendencias tecnológicas y de diseño arquitectónico, todo en función de ofrecer un producto que esté acorde a las expectativas y deseos del cliente-comprador. Con este anteproyecto se abre el proceso de ventas de los derechos a participar del proyecto de manera que una vez se logre un punto de equilibrio de ventas, este punto garantiza la construcción del proyecto sin generación de utilidades para el cliente-inversionista mientras se vende el total de unidades de construcción individual¹, se inicia el proceso de construcción. Son poco comunes los análisis de valor referidos a las partes interesadas del proyecto diferentes al cliente-inversionista y al cliente-comprador, por ejemplo, al considerar partes interesadas como el medio ambiente y la sociedad, la creencia de que atender sus requerimientos incrementa el costo de construcción y por lo tanto el precio de venta.

Una vez se obtiene el punto de equilibrio de ventas se da inicio a la construcción, Punto D, en este punto se espera disponer de un proyecto maduro desde el punto de vista de la planificación, sin embargo, en la medida en que la velocidad de ventas desplaza el punto de equilibrio de ventas hacia el Punto C, se da inicio a la construcción sin disponer de un proyecto maduro, sin que la planificación del proyecto se encuentre finalizada, lo que trae como consecuencia la generación de una fuente de desperdicios para el proyecto, (Rubiano y Cano, 2013), poniendo en riesgo el cumplimiento eficiente y efectivo de los resultados del proyecto.

¹ Unidad de construcción individual, se refiere a la unidad de vivienda, comercial o industrial en que este compuesto el proyecto y que se ofrece al cliente-comprador.

Figura 2. Esquema general de etapas e hitos de un proyecto de construcción.



Fuente: Elaboración propia.

En la etapa de construcción del proyecto, y de acuerdo con la estrategia de ventas, la cual refleja el entorno en el cual se desenvuelve el proyecto se permite al cliente-comprador cierto nivel de personalización con un control de fechas de ejecución en las que se atienden las solicitudes sin afectar el plazo de finalización de construcción y por lo tanto el de cierre del proyecto, Puntos E y F.

3.1 Entorno de producción en construcción

En esta investigación, a partir de discusiones con expertos del sector, se determinó que la manera como sea prevista la influencia del cliente en el proyecto (en su rol de inversionista o comprador), configura el entorno del proyecto. El objetivo del cliente inversionista es la rentabilidad del negocio y del cliente comprador es recibir su unidad de vivienda en las condiciones de calidad, precio y duración ofrecidos, en ambos casos el cumplimiento de la promesa, la materialización de la oferta de valor. En la estructura de la Figura 2, si se considera solamente la influencia del cliente-inversionista el entorno de producción es Diseño o Ingeniería bajo pedido, Engineer to Order (ETO), su línea de tiempo coincide con la del proyecto y el OPP se ubica al inicio del proyecto, este cliente ejerce influencia en el proyecto desde su concepción; se distingue un entorno particular en función del tipo de proyecto, directamente influenciado por el estrato socioeconómico al que se encuentra dirigido. Los Proyectos de Vivienda de Interés Social (VIS) o de Vivienda de Interés Prioritario (VIP) tienen bajo o nulo nivel de personalización, esto configura una Fabricación para Almacenamiento o un Make to stock (MTS), ya que solo hasta que el total de unidades de construcción se encuentran completas se entregan a los clientes-compradores, así el OPP' se ubica en el Punto G (es el OPP para el cliente-comprador), que es el punto de entrega al cliente-comprador. En un rango intermedio se ofrecen opciones de personalización que van desde la oferta de kits de acabados hasta la opción de configuración completa de la unidad de construcción adquirida. En la primera opción, la estructura, se comporta como un entorno de Fabricación Bajo Pedido o Make to order (MTO), en estos casos el OPP' se ubica en el Punto B, este puede ubicarse incluso entre los Puntos B y D, (en ese rango se realiza el

proceso de ventas) y la participación del cliente-comprador es tardía. En la segunda opción, cuando el cliente-comprador participa en la configuración de la unidad de construcción, un Diseño o Ingeniería bajo pedido o Engineer to Order (ETO) y el OPP se ubica en el Punto B.

3.2 Sistemas de Producción en construcción

Las condiciones que hacen del proyecto de construcción único en su tipo, como producción en el sitio en el que operará, establecimiento de una organización temporal, gestión individual de la cadena de suministro, el hecho de que la unidad de producción pase a través del producto y no al contrario como lo es en manufactura, así como la obligatoriedad de realización de actividades de construcción predecesoras para completar las tareas aguas abajo, de manera ideal gestionadas con un sistema eficiente de planificación y control. Estas características no hacen fácil ubicar el sistema de producción de construcción como equivalente a uno de manufactura, entonces la producción se propone ser considerada como Flujo secuencial acompasado por la unidad de producción, ya que en todas sus etapas su ejecución exige la terminación de la actividad predecesora. Algunas de las etapas son susceptibles de clasificarlas en algunos de los sistemas de producción, por ejemplo: la producción de concretos y morteros se puede realizar como flujo en lotes o una actividad como mampostería ser considerada como flujo continuo en el horizonte de su programación individual, presentándose los siete sistemas en mayor o menor proporción. Cada actividad del proyecto de construcción es susceptible de ser estudiada como un sistema particular de producción en función del flujo del proyecto de manera que evolucione hacia sistemas de producción Pull o Sistemas de fabricación flexible de acuerdo con las necesidades mismas del flujo.

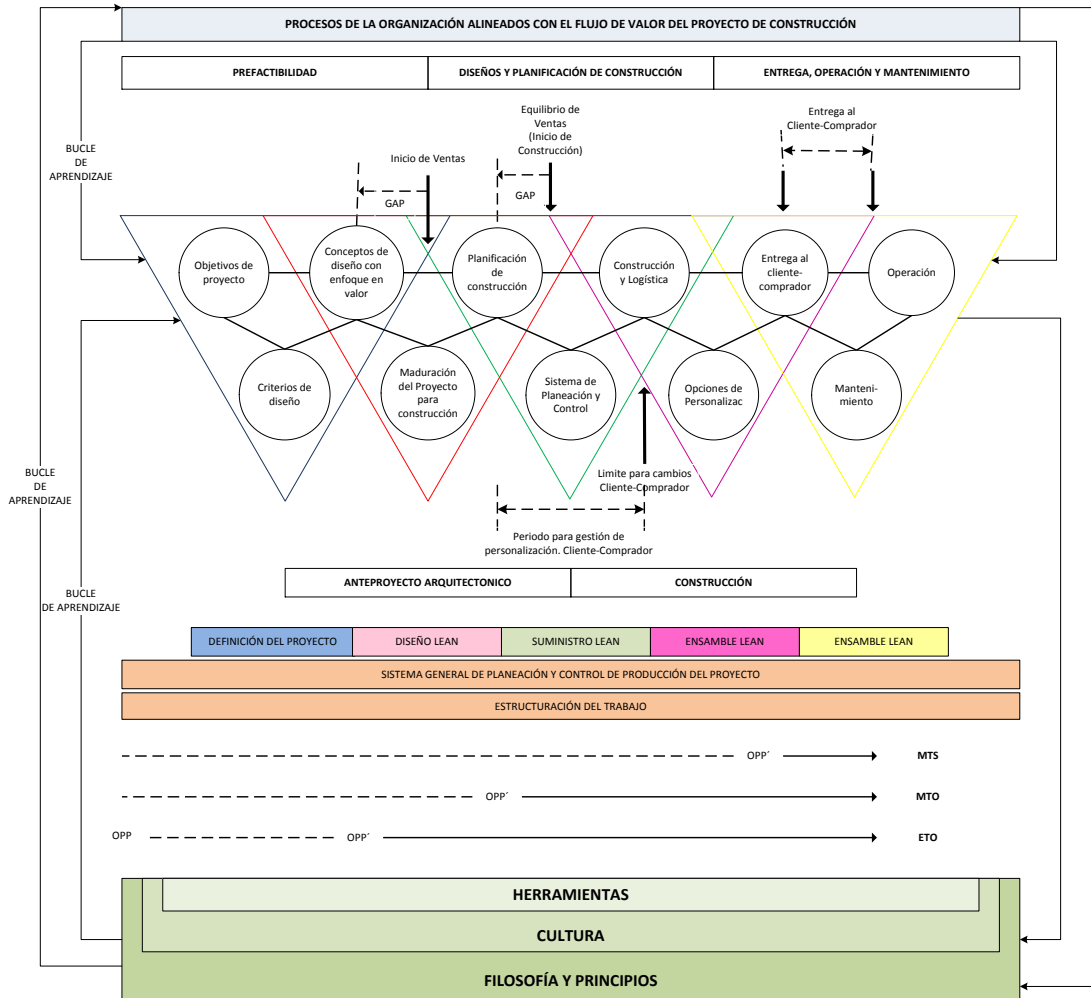
4 RELACIÓN DE LOS ENTORNOS DE PRODUCCIÓN Y LA APLICACIÓN DE LC

LC como una estrategia para mejorar la gestión de la producción en construcción, permite identificar objetivos claros en el proceso de entrega del producto, maximizar el valor para el cliente a nivel de proyecto, facilitar el diseño concurrente y la aplicación del control en todo el ciclo de vida del proyecto. Un proyecto gestionado LC permite el alcance de los resultados de manera más eficiente [Azis y Hafez, 2013], sin embargo es importante considerar las particularidades del entorno en el que el proyecto se desenvuelve. La diferenciación del entorno de producción entre ETO, MTO o MTS, al según el tipo de proyecto y el segmento al que está destinado y la participación del cliente-comprador, introducen en el proyecto elementos que lo hace complejo al disponer de opciones de personalización en él. En la Figura 3, se propone la manera de integración de LC en las etapas del proyecto de construcción, resaltando principalmente el criterio de integración, en el marco del Lean Project Delivery (LPDS), (Ballard, 2008). LPDS es una forma gestión del proyecto de construcción, concebido para extenderse a través de todas las fases del proyecto, y hasta la fase de post-ocupación, que une el final de un proyecto con el comienzo del siguiente.

La base del éxito en la sostenibilidad de la aplicación de LC es el entendimiento de la filosofía misma y los principios, la manera como estos principios se despliegan en la organización, y en el proyecto, a través del fortalecimiento de una cultura dispuesta al cambio que ofrezca las competencias adecuadas para identificar el tipo de tecnología y herramientas LC a aplicar de acuerdo con la madurez que se va alcanzando la

organización y la gestión del proyecto. La organización debe establecer las acciones de mejoramiento de los procesos de apoyo que se encuentran relacionados con la agilidad del flujo de valor del proyecto, mapeándolos y mejorándolos constantemente.

Figura 3: Configuración LC del proyecto de construcción. Etapas e hitos.



Fuente: Elaboración propia basada en (BALLARD, 2008)

La integración entre las etapas del proyecto genera interdependencias y flujos de interacción que reducen desperdicios y contribuyen a aumentar el valor en la entrega. Los hitos relacionados con el inicio de ventas, y el inicio de construcción, son hitos propios del negocio, y adelantar su inicio para captar con mayor velocidad las ventas, e iniciar más temprano la etapa de construcción, establece un gap relevante para proponer estrategias que den cuenta de un adecuado análisis de riesgos. Esto facilitaría también, la acertada identificación del OPP' según la configuración del entorno que se estructure. De acuerdo con el enfoque Pull, la planeación y control del proyecto deben ser establecidos como un sistema general, y gestionado de manera similar al Sistema del Ultimo Planificador (LPS por su sigla en Inglés) al nivel del proyecto, hacer uso del LPS en el desarrollo del proyecto y no solo en la etapa de construcción, facilitaría una adecuada estructuración e integración del trabajo. Finalmente, la entrega del proyecto puede beneficiarse de un aumento de eficiencia al reducir la incertidumbre en el cumplimiento de las fechas de entrega.

5 CONCLUSIONES

En esta propuesta para entender los entornos de producción en construcción, de acuerdo con los criterios de clasificación de estos entornos en manufactura, se distinguen tres entornos ETO, MTO y MTO. Para cada uno de ellos se especifica el OPP, distinguiendo el OPP para el rol del cliente-inversionista y el OPP' para el rol de cliente-comprador. El entorno de producción del proyecto se configura de acuerdo con el tipo de proyecto, el sector social al que está dirigido y las opciones de personalización que se ofrezca al cliente-comprador. El cliente-inversionista siempre configura un entorno de ETO debido a que el proyecto se estructura sin la participación de clientes-compradores, sin embargo cuando el cliente-comprador adquiere el derecho a participar del proyecto, se configuran un entorno específico a partir de este punto: ETO, si se permite participar comúnmente desde la definición de la configuración arquitectónica de la unidad de construcción; MTO, si se permite un nivel de personalización a partir de la conformación de kits o de selección de opciones en espacios específicos de la unidad de construcción; y MTS, cuando no se permite ninguna opción de personalización. La manera en que realice una transformación Lean, debe ser sostenible basada en el desarrollo de una cultura con enfoque en la filosofía y sus principios.

REFERENCIAS

- AZIZ, R.F., y HAFEZ, S.M., Applying lean thinking in construction and performance improvement, *Alexandria Engineering Journal*, v. 52, n. 6. p. 679-695, Dic. 2013.
- BALLARD, G. The Lean Project Delivery System: An Update. **Lean Construction Journal**, p. 1-19. 2008.
- BUENO, E. **Introducción a la organización de empresas**. Madrid, España: Centro Estudios Financieros. 2010.
- CHAPMAN, S. **Planificación y control de la producción**. México: Pearson/Educación. 2006.
- GARCIA, M. La Planificación y Control de Proyectos en la Industria de la Construcción. En: XVII CONGRESO NACIONAL DE INGENIERIA CIVIL, Chiclayo, 2009.
- OLHAGER, J. Strategic positioning of the order penetration point. **International Journal of Production Economics**, v. 85, n. 3, p. 319-329, Sep. 2003.
- KOSKELA, L. **An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction**. Technical Research Centre of Finland. 2000
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report #72. Stanford University. 1992.
- KOSKELA, L.; HOWELL, G.; BALLARD, G. y TOMMELEIN, I. The Foundations of Lean Construction. Design and Construction: Building in Value, R. Best, and G. de Valence, eds., Butterworth-Heinemann, Elsevier, Oxford, UK. 2002.
- NAM, C.H. y TATUM C.B. Major characteristics of constructed products and resulting limitations of construction technology. **Construction Management and Economics**, v. 6, n. 2, p. 133-147, Jul. 1988.
- RUBIANO, O. y CANO, S. Estudio de Factores que Inciden en el Flujo de la Gestión de Ejecución de Proyectos de Construcción de Infraestructura Universitaria. En: MEMORIAS DEL XI CONGRESO LATINOAMERICANO DE DINÁMICA DE SISTEMAS, México, p. 827-836. 2013..
- WARSAWSKI, A. **Industrialization and Robotics in Building: A Managerial Approach**. New York, United States: Harper & Row. 466. 1990



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

BARRERAS Y FACTORES DE ÉXITO QUE IMPACTAN LA IMPLEMENTACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION

CANO, Sandra (1); DELGADO, Jonathan (2); BOTERO, Luis (3); RUBIANO, Oscar (4)

(1) Universidad del Valle, +(57) (2) 3398462, e-mail: sandra.cano@correounivalle.edu.co (2) Universidad del Valle, +(57) (2) 3398462, e-mail: jonichiquidelgado@hotmail.com, (3) Universidad EAFIT, (57) (4) 2619500 Ext 9659, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co (4) Universidad del Valle, +(57) (2) 3398462, e-mail: oscar.rubiano@correounivalle.edu.co

RESUMEN

En el proceso de implementación, y aplicación continua, de Lean Construction (LC) aparece un conjunto de barreras que lo pueden impactar negativamente, llegando a comprometer su sostenibilidad, y factores críticos de éxito (FCE) que lo pueden impactar positivamente. Es relevante conocer estas barreras y FCE, con base en las experiencias reportadas en diferentes países, para identificar estrategias que contribuyan a evitar o mitigar la aparición de dichas barreras y fortalecer los FCE. Este estudio reporta 110 barreras y 51 FCE identificadas en 83 publicaciones entre los años 1998 y 2014, las cuales se clasificaron en tres Factores Maestros (FM) o Pilares: personas, procesos y gestión de producción y procesos logísticos. En estos tres pilares se reagruparon seis categorías identificadas previamente: personas, estructura organizacional, cadena de suministro, cadena de valor externa, cadena de valor interna y externalidades. El estudio explora formas de superar las barreras contrastando los beneficios que ofrecen los FCE. También se identifican las barreras y FCE en la implementación de LC en el contexto colombiano por medio de entrevistas personales con los responsables de LC en estas organizaciones.

Palabras clave: Barreras, factores de éxito, Lean Construction.

ABSTRACT

In the process of implementation and continuous application of Lean Construction (LC) appears a set of barriers and critical success factors (CSF) that impact it negatively and positively, reaching compromise its sustainability. It is important to know these barriers and CSF, based on the experiences reported in various countries, to identify strategies which contribute to prevent or mitigate the emergence of such barriers and to strengthen the CSF. This study reports 110 barriers and 51 CSF identified in 83 publications between 1998 and 2014, which are classified into three Master Factors or pillars: People, Production processes, Production management and logistics processes. In these three pillars are regrouped six categories previously identified: people, organizational structure, supply chain, external value chain, internal value chain, and externalities. The study also proposes a way to overcome barriers contrasting the benefits offered by CSF. Furthermore the survey identifies barriers and CSF in the implementation of LC in the Colombian context through personal interviews with the LC's heads in these organizations.

Keywords: Barriers, Success factors, Lean Construction.

1 INTRODUCCIÓN

Para integrar la filosofía LC en una organización, es necesario entender y prever situaciones que podrían oponerse a una adecuada implementación (barreras), así como apropiarse aquellos FCE que contribuyan a garantizar su éxito basándose en experiencias en diferentes contextos. Una barrera impide un avance o una acción, en tanto que un factor de éxito es algo que debe ocurrir (o que no debe ocurrir) para alcanzar los objetivos, en este caso, de implementación; dicho factor se hace crítico si su cumplimiento es absolutamente necesario para el logro de esos objetivos (DAVID, 2012). Estas situaciones se presentan interna y externamente en la organización y el proyecto, y entenderlos es relevante para proponer acciones que contribuyan a prevenir su aparición o mitigar su impacto en términos de las barreras, y en otro sentido, orientar el fortalecimiento de aquellas condiciones que contribuyan al éxito de la aplicación de LC con la gestión de los FCE. El método de investigación consistió en tres fases integradas: revisión bibliográfica con análisis y procesamiento de información obtenida; caracterización y clasificación de las barreras y FCE asociados con la implementación de LC; y la identificación de estos factores en empresas constructoras colombianas, con base en sus respectivas experiencias en la implementación de LC.

2 BARRERAS Y FACTORES DE ÉXITO EN LA APLICACIÓN DE LC

2.1 Método de búsqueda

La búsqueda de artículos se realizó principalmente en la base de datos del International Group for Lean Construction – IGLC, (www.iglc.net) entre el año 1996 y el 2014. Las referencias bibliográficas se complementaron con bases de datos como Science Direct, Emerald y Springer Link. La búsqueda se delimitó con el uso de palabras claves como: “Barriers in the implementation”, “Obstacles”, “Difficulties”, “Hurdles”, “Hindrances” y “Critical success factors”. Finalmente se complementó la búsqueda a google académico. Los artículos se clasificaron de acuerdo al año de publicación y se excluyeron artículos no relevantes.

2.2 Resultado de la búsqueda

La recopilación de las referencias bibliográficas se enfocó en identificar las barreras y los FCE que impactan la implementación de LC. Se obtuvieron 83 referencias documentadas en artículos académicos entre 1998 y 2014 (en este artículo solo se presentan 30). Esta recopilación se realizó con base en experiencias de aplicación Lean en la industria de la construcción de países como China (ej., SHANG ET AL., 2014, PHENG AND SHANG, 2011), Reino Unido (ej., SARHAN AND FOX., 2013, BASHIR ET AL., 2010), Vietnam (ej., KHANH AND KIM, 2013), Malasia (ej., ABDULLAH ET AL., 2009, JENI ET AL., 2013, MARHANI ET AL., 2013), México (ej., CERVERO-ROMERO ET AL., 2013), Nigeria (ej., AHIKWO ET AL., 2013, AHIKWO ET AL., 2012, OLATUNJI, 2008), República Dominicana (ej., SENIOR AND RODRIGUEZ, 2012), Ghana (ej., AYARKWA ET AL., 2011, AYARKWA ET AL., 2005), Brasil (ej., VIANA ET AL., 2010), Middle East (ej., ALSEHAIMI ET AL., 2009), Uganda (ej., ALINAITWE, 2009), Alemania (ej., JOHANSEN AND WALTER, 2007), USA (ej., KIM AND PARK, 2006, HAUPT AND WHITEMAN, 2004, HAMZEH, 2011), Singapur (ej., DULAIMI AND TANAMOS, 2001), Chile (ej., ALARCON AND SEGUEL, 2002, ALARCON ET AL., 2005, ALARCON ET AL., 2002, ALARCON AND DIETHELM, 2001), Arabia Saudita (ej., ALSEHAIMI ET

AL., 2014), Finlandia (ej., PEKURI ET AL., 2012), y Líbano (ej., GHERBAL ET AL., 2012).

2.3 110 Barreras y 51 FCE identificados

Con una lista de barreras y FCE de cada uno de los artículos recopilados, se realizó una primera clasificación que agrupara todas las barreras y los factores de éxito. Se identificaron 110 barreras que se oponen al flujo de la implementación Lean y a la mejora de la productividad en los proyectos. Adicionalmente se recopilaron 51 FCE.

3 CARACTERIZACIÓN Y CLASIFICACIÓN DE FACTORES

Se caracterizó cada barrera y FCE para agruparlos o clasificarlos según los FM. A continuación se presentan las barreras y los FM propuestos:

3.1 Personas:

Este factor agrupa las barreras y FCE relacionados con las personas que están involucradas o participan en los proyectos de construcción (OLATUNJI, 2008; MARHANI ET AL., 2013). Aproximadamente el 29% de los artículos identificaron factores de este grupo. Este se subdividió en cuatro categorías:

- **Educación y formación:** formación insuficiente, problemas de lenguaje, falta de una adecuada conciencia y entendimiento Lean, alto nivel de analfabetismo, entre otras lo que está de acuerdo con BASHIR ET AL., 2010).
- **Gerencia:** habilidades gerenciales insuficientes, falta de interés compromiso y apoyo por parte de la alta gerencia, falta de liderazgo gerencial (liderazgo pobre), etc.
- **Operación:** poca motivación del personal por falta de sistemas de incentivos o recompensas, falta de cultura de trabajo en equipo, falta de alineamiento entre los equipos del proyecto, etc (SHANG ET AL., 2014).
- **Actitud y cultura:** resistencia al cambio, incultura en gestionar el lugar de trabajo, bajo nivel de empoderamiento del personal, falta de compromiso y actitud para el tiempo, poca puntualidad, falta de autocrítica, aversión al riesgo, entre otros.

3.2 Procesos de producción:

De todos los artículos recopilados, aproximadamente el 20% identifica factores de este factor maestro. Este factor se subdivide en dos categorías.

Cadena de valor interna: Todos los procesos, procedimientos y fases que incluye la planeación y el control del desarrollo de un proyecto, en este caso, de construcción:

- **Gestión:** complejos canales de comunicación entre las partes interesadas (comunicación y transparencia débil), administración inadecuada de la información, coordinación pobre, pobre definición de proyecto, falta de metodología de implementación acordada, etc. (MARHANI ET AL., 2013).
- **Planeación:** planificación pobre e inadecuada (ausencia de planificación look-ahead y falta de una apropiada pre-planeación), implementación de Lean o el Sistema del Ultimo Planificador (sigla en inglés LPS) después de que el proyecto ya ha comenzado, no dedicación de tiempo para implementación de mejoras y nuevas prácticas, administración débil, etc.

- **Control:** procedimientos de aprobación muy largos por cuenta del cliente, por falta de un trabajo en equipo con el cliente, falta de sistemas de medición de rendimientos basados en el proceso, incultura en la medición de resultados, entre otros.

Cadena de valor externa o macro cadena de valor: La macro cadena de valor describe toda la gama de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes fases de producción, la entrega al consumidor final, y la disposición final después de su uso. En este grupo se detectó falta de entendimiento y comprensión del significado y desarrollo de la cadena de valor y gestión en los proyectos de construcción.

3.3 Gestión de producción y procesos logísticos:

Aproximadamente en el 51% de los artículos se identificaron factores de este grupo.

Estructura organizacional: Se clasifican los aspectos relacionados con la estructura de la organización, los medios o procedimientos necesarios para alcanzar la meta organizacional, el flujo o manejo de recursos, entre otros (BASHIR ET AL., 2010):

- **Filosofía:** falta de principios de gestión de largo plazo, ausencia de una cultura lean en la organización (incluyendo socios), periodo de implementación largo, pobre entendimiento de las necesidades del cliente, etc.
- **Recursos:** falta de planeación de los fondos financieros o inadecuada financiación, ignorancia del desarrollo y la gestión del recurso humano, etc.
- **Estructura:** estructuras organizacionales complejas, aprobaciones y requerimientos exigentes, inercia en modelos mentales organizacionales tradicionales y resistencia organizacional, etc.

Cadena de suministro: La cadena de suministro incluye todas las partes involucradas directa o indirectamente para satisfacer a un cliente. El objetivo de la cadena de suministro es maximizar el valor global generado:

- **Gestión:** practica tradicional inadecuada de la subcontratación de múltiples capas, permisión del procedimiento de aprobación muy largo por el cliente, dicotomía diseño-construcción, interacción de muchas partes unidas al proyecto, falta de integración de la cadena de producción entre cliente, consultor, contratista y proveedor, adherencia a conceptos de gestión tradicional que se oponen a la productividad y a iniciativas de calidad, coordinación pobre, etc. (OLATUNJI, 2008, PEKURI ET AL., 2012)
- **Recursos:** mercados inestables en la construcción, precios inestables de los productos, falta de calidad de los materiales, etc. (OLATUNJI, 2008).
- **Técnicos:** uso limitado de técnicas de construcción fuera de sitio (componentes prefabricados), falta de constructabilidad de diseños, diseños muy complejos, diseños incompletos e inexactos, falta de estandarización de componentes, entre otros.
- **Procesos y sistemas:** rendimiento de entrega inadecuado, problemas de logística, procesos de re-trabajo en diseño y construcción, etc.

Externalidades: Aquellos elementos del entorno que impactan el desarrollo del proyecto así como la implementación de LC. Se distinguen tres categorías:

- **Gobierno:** falta de apoyo del gobierno, la inflación, salarios pobres de los profesionales, corrupción en estamentos gubernamentales, etc. (MARHANI ET AL., 2013).
- **Naturaleza de la negociación en construcción:** sistemas de licitación orientado al precio y uso limitado de modo de adquisición D&B (Diseño y Construcción),

dicotomía diseño-construcción, alta rotación de mano de obra, fragmentación y subcontratación, sistema tradicional de contratos desmotivador para los operarios.

4 MEDIDAS DE MITIGACIÓN DEL IMPACTO DE LAS BARRERAS

En este apartado se explora un conjunto de FCE como elementos para superar o minimizar el impacto de las barreras en la implementación de Lean en los proyectos de construcción.

4.1 Personas:

Se sugiere una formación y educación apropiada, entendimiento integral de la filosofía, una relación más cercana académicos-industria, apoyo y compromiso de la alta gerencia, liderazgo efectivo, clara definición de roles, responsabilidades, funciones y niveles de autoridad, la selección y desarrollo de las personas indicadas, el disfrute del ambiente colaborativo, incluir profesionales formados en LC, compromiso con promesas, personas motivadas para cambiar, honestidad, confianza y transparencia entre los participantes del proyecto, disciplina, profundo respeto por autoridades y orientados a la eliminación del desperdicio.

4.2 Procesos de producción:

Cadena de valor interna: Establecer en la organización una mejor gestión de la cadena de producción, empleando una comunicación efectiva y abierta, mejor coordinación y cooperación, una clara metodología y procesos de gestión. Cuando se lleva a cabo el mapa del proceso de planeación en curso y se establece un plan sólido de acción con extensiva planificación antes de comenzar un proyecto se puede evitar la generación de barreras relacionadas con el proceso de planeación de actividades.

Cadena de valor y gestión externa: Mejorar la comprensión y entendimiento de la misma cadena de valor y gestión, es necesario desarrollar un sistema de formación y educación para las personas relacionadas con su gestión.

4.3 Gestión de producción y procesos logísticos:

Estructura organizacional: Apunta a establecer metas del proceso a corto y largo plazo, implementar completamente las herramientas Lean seleccionadas, incluir pruebas piloto, enfatizar el enfoque y la atención en las necesidades del cliente, tener perspectiva holística y resolver los problemas de raíz. La gerencia debe proveer adecuados recursos para apoyar la transformación cultural, además de disponer de una mentalidad de orden y de participación activa por parte de todos los involucrados en la organización. Balancear los intereses de los participantes, constituir un comité de mejoramiento responsable de la implementación, incorporar lecciones aprendidas, compartir información adecuadamente, mejorar la coordinación y cooperación, y reducir los niveles jerárquicos.

Cadena de suministro: Desarrollar un sistema de comunicación efectiva y abierta, una relación más cercana con proveedores, los clientes y consultores para transformar su pensamiento y métodos de trabajo, y propiciar una integración, coordinación, cooperación más apropiada entre todos los involucrados. Establecer procesos de estandarización y procurar diseños completos y exactos. Establecer un sistema de incentivos, una conciencia de que el proceso correcto producirá el resultado correcto, y una mejor coordinación y cooperación

Externalidades: Establecer un adecuado sistema de gestión de riesgos, generar más participación de todos los involucrados de apoyo, que el gobierno, por ejemplo, sea más consiente de la necesidad de LC y apoye su implementación por medio de políticas, iniciativas y espacios de divulgación; y acuerdos contractuales apropiados que balancee los intereses de los participantes.

5 CONTEXTO PILOTO EXPLORATORIO

26 líderes responsables de la implementación de herramientas LC dentro de empresas colombianas fueron entrevistados personalmente. Estas organizaciones llevan a cabo proyectos de construcción en la mayoría de las ciudades colombianas y cuentan con experiencia entre 1 y 10 años implementando LC. La entrevista ausculta el proceso de implementación de LC en la organización, identifica los problemas o barreras experimentadas en este proceso y los factores críticos para la ejecución exitosa de LC. Este instrumento se validó a través de la evaluación por un panel de expertos, que contribuyeron a determinar los ítems finales de la encuesta para obtener resultados concisos. El 56% de las barreras y el 68% de los FCE descritos en la literatura se presentan en las empresas constructoras colombianas, están relacionados con las condiciones de los proyectos, la región, la organización de la empresa, la madurez en la implementación de LC, el tamaño de la empresa, las personas. Las barreras más frecuentes son: resistencia al cambio, falta de integración en la cadena de suministros, planificación pobre e inadecuada, falta de tiempo para la implementación y problemas culturales. En este contexto se identificaron otras barreras y FCE diferentes a las reportadas en la literatura. A continuación y en orden de impacto:

Barreras: 1. Dificultad en disponer de personas con conocimientos y experiencia en LC 2. Falta de identificación y control de desperdicios. 3. Los resultados no se ven rápido, y muchas veces solo se ven parcialmente. 4. La pobreza y problemas sociales. 5. La informalidad propia de la industria local. 6. La falta de autoestima e iniciativa por parte de las personas de las operaciones.

Factores de éxito: 1. Tomar decisiones en equipo. 2. Disponer de contratistas competentes y capacitados LC según su campo de trabajo. 3. Reducir la rotación de mano de obra en todos los niveles jerárquicos y continuidad de la mano de obra en los proyectos. 4. Mejorar la calidad de vida de los trabajadores. 5. Establecer un proceso continuo de medición de pérdidas. 6. Socializar, para empresas del sector, los resultados particulares de la aplicación de LC. 7. Destinar tiempo para pensar y planear. 8. Generar confianza en la filosofía y sus principios. 9. Persistir en la limpieza y el orden. 10. Propiciar la formalidad del gremio.

6 CONCLUSIONES

La mayoría de los factores críticos identificados en la literatura se relacionan con las experiencias de las empresas colombianas. La resistencia al cambio, los problemas culturales, y la falta de entendimiento y conocimiento Lean y de sus herramientas técnicas, son barreras que además de ser unas de las más mencionadas por publicaciones en el mundo, también son las más reportadas por las empresas colombianas. Del mismo modo el apoyo y compromiso de la alta gerencia, y la participación de todos los involucrados en la implementación, son los FCE más frecuentes encontrados en la literatura y en las entrevistas realizadas en este proyecto. Se reportan algunos FCE y barreras que fueron identificados por las empresas colombianas que no se encontraban en la lista recopilada en la literatura. Estos están relacionados con características locales.

Sin embargo existen dos factores de éxito para resaltar: “Reducir la rotación del personal” y “socializar los resultados de la aplicación de LC”. Debido a que este trabajo se enfocó en la identificación de estos aspectos de manera preliminar, con la ayuda de algunos casos de estudio, puede ser ampliado para investigaciones futuras más profundas que contribuya a identificar aspectos estructurales para evaluar la madurez en la aplicación de LC en proyectos de construcción y para contribuir al fomento de LC como filosofía y como estrategia competitiva del sector, de una manera formal.

REFERENCIAS

ABDULLAH, S.; ABDUL RAZAK, A.; BAKAR, A.; HASSAN, A.; SARRAZIN, I. Towards Producing Best Practice in the Malaysian Construction Industry: The Barriers in Implementing the Lean Construction Approach. 2009.

AHIAKWO, O.; OLOKE, D.; SURESH, S.; KHATIB, J. A Critical Review of the Potential for the Implementation of Lean in the Nigerian Building Industry. 2012.

AHIAKWO, O.; OLOKE, D.; SURESH, S.; KHATIB, J. A Case Study of Last Planner System Implementation in Nigeria. 2013.

ALARCÓN, L.F.; DIETHELM, S. Organizing to introduce Lean practices in Construction Companies. 2001.

ALARCÓN, L.F.; SEGUEL, L. Developing incentive strategies for implementation of lean construction. IGLC 10th Annual Conference, Universidad Federal de Rio Grande do Sul, pp. 6-8. 2002.

ALARCÓN, L.F.; DIETHELM, S.; ROJO, O. Collaborative implementation of lean planning systems in Chilean construction companies. IGLC 10th Annual Conference, August, Brazil. 2002.

ALARCÓN, L.F.; DIETHELM, S.; ROJO, O.; CALDERON, R. Assessing the impacts of implementing lean construction." IGLC 13th Conference: Proceedings, p. 387. 2005.

ALINAITWE, H.M. Prioritising lean construction barriers in Uganda's construction industry. Journal of Construction in Developing Countries, vol. 14, pp. 15-30. 2009.

ALSEHAIMI, A.; TZORTZOPOULOS, P.; KOSKELA, L. Last planner system: Experiences from pilot implementation in the Middle East. Proceedings of the IGLC 17th Annual Conference, pp. 53-65. 2009.

ALSEHAIMI, A.O.; FAZENDA, P.T.; KOSKELA, L. Improving construction management practice with the Last Planner System: a case study. Engineering, Construction and Architectural Management, vol. 21, pp. 51-64. 2014.

AYARKWA, J.; AGYEKUM, K.; ADINYIRA, E.; OSEI-ASIBEY, D. Barriers to successful implementation of lean construction in the Ghanaian building industry. Journal of Construction. Journal of Construction, vol. 5, pp. 3-11. 2005.

AYARKWA, J.; AGYEKUM, K.; ADINYIRA, E. Barriers to Sustainable Implementation of Lean Construction in the Ghanaian Building Industry. The sixth built environment conference Johannesburg South Africa 31 July–2 August 2011, p. 67. 2011.

BASHIR, A.M.; SURESH, S.; PROVERBS, D.G.; GAMESON, R. Barriers towards the sustainable implementation of Lean Construction in The United Kingdom construction organisations. ARCOM Doctoral Workshop, p. 1. 2010.

CERVERÓ-ROMERO, F.; NAPOLITANO, P.; REYES, E.; TERAN, L. Last Planner System® and Lean Approach Process®: Experiences from Implementation in Mexico. 2013.

DULAIMI, M.F.; TANAMAS, C. The principles and applications of lean construction in Singapore. Proceeding IGLC-9. 2001.

FRED R. DAVID. Conceptos de Administración Estratégica. Pearson Education 14ª ED. 2012.

GHERBAL, N.; SHIBNI, S.; SIDANI, M.; SAGOO, A. Critical Success Factors of Implementing Total Quality Management in Libyan Organisations. Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management, Istanbul, Turkey, July, pp. 3-6. 2012.

HAMZEH, F.R. Improving construction workflow-The role of production planning and control. University of California, Berkeley. 2009.

HAUPT, T.C.; WHITEMAN, D.E. Inhibiting factors of implementing total quality management on construction sites. The TQM magazine, vol. 16, pp. 166-173. 2004.

JENI, A.; LUTHFI, M.; AKASAH, Z.A. Implementation of lean construction concept among contractors in Malaysia. 2013.

JOHANSEN, E.; WALTER, L. Lean construction: Prospects for the German construction industry. Lean Construction Journal, vol. 3, pp. 19-32. 2007.

KHANH, H.D.; KIM, S.Y. Barriers of Last Planner System: A Survey in Vietnam Construction Industry. 2013.

KIM, D.; PARK, H.S. Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation. KSCE journal of Civil Engineering, vol. 10, pp. 381-388. 2006.

MARHANI, M.A.; JAAPAR, A.; BARI, N.A.A.; ZAWAWI, M. Sustainability Through Lean Construction Approach: A Literature Review. Procedia-Social and Behavioral Sciences, vol. 101, pp. 90-99. 2013.

OLATUNJI, J.O. Lean - in - Nigerian Construction: State, Barriers, Strategies and "Go-to-Gemba" Approach. 2008.

PEKURI, A.; HERRALA, M.; AAPAOJA, A.; HAAPASALO, H. Applying Lean in construction—cornerstones for implementation. IGLC Proceedings. San Diego CA, Montezuma Publishing. 2012.

PHENG, L.S.; SHANG, G. The application of the just-in-time philosophy in the Chinese construction industry. Journal of construction in developing countries, vol. 16, pp. 91-111. 2011.

SARHAN, S.; FOX, A. Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry. The Built & Human Environment Review, vol. 6. 2013.

SENIOR, B.A.; RODRÍGUEZ, T.A. Analyzing Barriers to Construction Productivity Improvement in the Dominican Republic. 2012.

SHANG, G.; SUI PHENG, L.; CARRAHER, S.; CARRAHER, S. Barriers to lean implementation in the construction industry in China. Journal of Technology Management in China, vol. 9, p. null. 2014.

VIANA, D.D.; MOTA, B.; FORMOSO, C.; ECHEVESTE, M.; PIEXOTO, M.;

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

RODRIGUES, C. A survey on the last planner system: Impacts and difficulties for implementation in Brazilian companies. Proceedings of the IGLC 18th Annual Conference, pp. 497-507. 2010.

AGRADECIMENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a las empresas constructoras que atendieron la entrevista y su disposición para lograr el propósito de la misma.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

BEHAVIOR IN TERMS OF DELAYS AND COST OVERRUN OF THE CONSTRUCTION OF PUBLIC INFRASTRUCTURE IN COLOMBIA

VALLEJO-BORDA, Jose Agustin (1); GUTIERREZ-BUCHELI, Laura Andrea (2); PELLICER, Eugenio; (3) PONZ-TIENDA, Jose Luis (4)

(1) Universidad de los Andes, (57)3204258493, e-mail: ja.vallejo907@uniandes.edu.co, (2) Universidad de los Andes, e-mail: la.gutierrez725@uniandes.edu.co, (3) Universitat Politècnica de València, e-mail: pellicer@upv.es, (4) Universidad de los Andes, e-mail: jl.ponz@uniandes.edu.co

ABSTRACT

Delays and cost overruns in the construction of public infrastructure in Colombia is well documented in the literature. However, the information used in the studies is usually supported by subjective perceptions and not by reliable data. For this reason, it is important to conduct a detailed execution analysis of construction contracts in Colombian public infrastructure to confirm the existence of cost overruns and delays. For this analysis, cost values and contractual deadlines were obtained from not currently running contracts made by state agencies in Colombian infrastructure construction. These data were compared with the real final results to establish consistent percentage delays and cost overruns. Consistent differences along time since 2011 were found depending on the type of contract, revealing the weaknesses of the selection process. Additionally, the analysis shows that cost overruns are less significant than time delays. The results obtained from this analysis will be used to identify the magnitude of the problem in order to create new strategies to develop more efficient selection criteria for public contracts in Colombia.

Keywords: *Public Infrastructure, Contracts, Delays, Cost Overruns, Colombian Infrastructure.*

RESUMEN

Las demoras y sobrecostos en construcción de infraestructura pública en Colombia están bien documentados en la literatura. Sin embargo, la información usada en los estudios esta usualmente soportada por percepciones subjetivas y no por datos confiables. Por esta razón, es importante realizar un detallado análisis de datos sobre la ejecución de contratos de construcción de infraestructura pública en Colombia para confirmar la existencia de problemas en términos de sobrecostos y demoras. Para este análisis, valores de costos y plazos contractuales fueron obtenidos de contratos realizados por agencias estatales de Colombia que se desenvuelven en construcción y que no se están ejecutando actualmente. Estos datos fueron comparados con resultados reales finales para establecer índices consistentes de demoras y sobrecostos. Diferencias consistentes a través del tiempo desde el año 2011 fueron encontradas dependiendo del tipo de contrato, revelando las deficiencias del proceso de selección. Adicionalmente, el análisis demuestra que los sobrecostos son menos significantes que los retrasos. Los resultados obtenidos del análisis van a ser usados para identificar la magnitud del problema con el fin de crear nuevas estrategias para desarrollar criterios de selección más eficientes para los contratos públicos en Colombia.

Palabras clave: Infraestructura Pública, Contratos, Demoras, Sobrecostos, Infraestructura Colombiana.

1 INTRODUCTION

The presence of problems in planning and tendering of public infrastructure contracts occur in implementation and are reflected in delays, cost overruns and the loss of money. The first sign that a contract was poorly planned or bid is the increase in execution time without a strongly justified explanation. Additionally, poor beginnings of a project also increase the initial budget because of items that were not taken into account when planning produce cost overruns. Finally, the sum of these problems generate loss of public money in the execution of contracts because private companies cannot pay the extra money needed to cover the materialization of threats produced by the bad initial planning of contracts. In conclusion, the main effects that arise from poor planning and improper bid can be explained in delays, cost overruns and loss of public money.

The first significant cause comes from preliminary studies by the contracting entity that are reflected in obtaining the correct scope, budget and duration of a contract. The scope is the first step to consider defining the type of deliverables. In other words, the scope will be the guide upon which the proper execution is going to be evaluated. Similarly and linked to the scope is the budget that the entity has for a contractor to perform the required work. Finally, the duration of execution of the contract will be obtained, which must be consistent with the needs and the real possibilities of contractors. In conclusion, not having a correct implementation of the previous studies in scope, budget and duration is the main reason for not having a proper roadmap to follow in the execution of contracts.

Similarly, another cause of future problems in the execution of contracts is the structuring of the contractual specifications such as enabling requirements, additional requirements and rating methodologies. Within the enabling requirements there are those minimum requirements that the contracting entity believes should have any bidder to ensure contract compliance. Similarly, in order to create competition there are also additional requirements which seek to differentiate bidders. However, these requirements are not always adequate for proper selection since they are obtained in many cases in different contracts. Finally, with the presence of several contractors bidding contracting entities carrying out diverse methodologies to select the best contractor. However, in many cases the methods used do not generate the expected result because they were not really designed to select the best option. In conclusion, poor structuring of enabling requirements, additional requirements, and rating methodologies that will generate significant problems in the execution of contracts.

2 STATE OF THE ART

The fact that exists delays and cost overruns in the construction of public infrastructure is based only in perspectives of the users, which have been constructed by an ambient of dissatisfaction, delays in the infrastructure of cities and the reality of low productivity, reflecting the correlation between public investment in infrastructure and productivity as causes of economic competitiveness (Wold Economic Forum, 2012). Across the time, there is an interest to try to give an explanation to the problem, usually for both the project owner and the project contractor; however, the delays may be caused by the owner (compensable delay) (Rosenfeld, 2014), by the contractor (no excusable delay), by acts of god, or a third party (excusable delay), meaning that it is often difficult to analyze the ultimate liability in delay claims Because of the many sources and causes of construction delays (Kraiem & Diekmann, 1987).

The problem of cost overrun, especially in the construction industry, is a worldwide phenomenon, and its ripples are normally a source of friction between clients and contractors on the issue of price variation (Akpan & Igwe, 2001), but this construction failure can be avoided by employing better engineering practices in design and construction, such as checking and reviews of designs and construction procedures (Haydl & Nikiel, 2000). Rework has become an endemic feature of the procurement process in construction that invariably leads to time and cost overruns in projects (Josephson, Larsson, & Li, 2002), two indicators of cost deviation are used to quantify these costs: cost overrun to the owner and the cost of rework to the contractor (Attalla & Hegazy, 2003), however in most instances quantifying the last one is very difficult because the contractor needs to show that the owner or the owner's agent caused active hindrance or the owner demonstrated bad faith toward the contractor (Thomas & Messner, 2003).

Since the beginning of the new century, there has been an interest to explain the potential causes of the delays (Oliveros & Fayek, 2005) and cost overrun, and in the assessment of causation and allocation of liability (Farrow, 2007); focusing on actions and inactions of project participants and external factors (Aibinu & Odeyinka, 2006). Many professionals thought that these were associated with the treatment of exceptionally adverse weather, dealing with early completion schedules, quantification of the prolongation costs associated with an approved extension of time and concurrent delays (Scott & Harris, 2004). This interest evolved to the point of achieving proactive project control based on better prediction of project performance at different time horizons (Li, Moselhi, & Alkass, 2006) using time series analysis techniques with integrated historical productivity data and on-going field productivity (Hwang & Liu, 2005).

Previous research studies have provided insight into the factors that affect overruns; however the findings may have been limited because they do not explicitly consider the simultaneous relationship between cost and time overruns, these for the different project types can generally differ due to the inherent construction practices and planning processes associated with each project type (Bhargava, Anastasopoulos, Labi, Sinha, & Mannering, 2010). Despite the previous, changes are the main causes of delays and cost overruns in construction projects (Zhao, Lv, Zuo, & Zillante, 2010), for example analytical results reveal that "changes in client's requirement" are the main causes of delays in both planning and design phases (Yang & Wei, 2010) and these changes are usually issued to cover variations in scope of work, material quantities, design errors, and unit rate changes (Alnuaimi, Taha, Al Mohsin, & Al-Hart, 2010).

In the second decade of the century XIX, the idea arose that cost overrun depends on causal relations between various risk sources (namely, risk paths) and sources of vulnerability that interfere with these paths (Fidan, Dikmen, Tanyer, & Birgonul, 2011). Also, the dependencies generated by the progress of construction are not adequately considered during construction scheduling. For this reason, it may cause conflicts at the construction site, resulting in incalculable delays and extra costs, for what the use of building information models (BIM) can be used to support construction scheduling (Marx & König, 2011). As a consequence the greater control of the time and costs due to planning and scheduling deficiencies have the highest impact on cost performance from clients, consultants, and contractors' perspectives (Doloi, 2013).

3 METHODOLOGY

It was initially raised a review of the state of the art on cost overruns and delays in construction of public infrastructure in the world. This review was performed in order to know existing research and data worldwide on problems encountered in construction, also to know the principal causes of the problems in different type of projects. Once the theoretical basis of cost overruns and delays was established, we sought to establish similarities with the Colombian case.

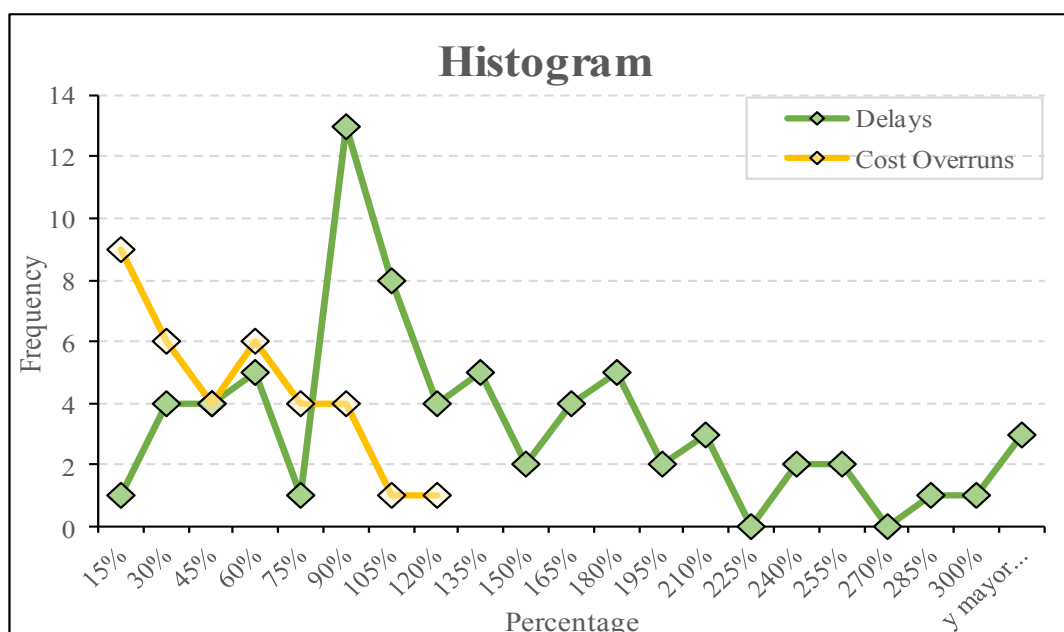
Once the theoretical basis of this research is established, information relating to contracts are collected in different entities of the Colombian public sector. The data was obtained from “*SECOP - Sistema Electrónico para la Contratación Pública*”, that is an electronic system that allows state entities to comply with the disclosure requirements of the different acts issued in contractual processes. Some of the information required for analysing data is the length and the initial cost of the contract. Likewise, in order to generate a comparison of performance, information on the duration and actual cost at the end of the contract as well as other variables that may be used for other statistical analysis was obtained.

From above data, delays and cost overruns present in the actual execution of public infrastructure contracts were found. This information is presented equally by year and by type of contract.

4 DATA ANALYSIS

For data analysis, we conducted a review of 109 contracts for construction of public infrastructure in Colombian public entities throughout the years 2011, 2012 and 2013. On this, it should be emphasized that mainly analyzed works, supervision and designs contracts. From the results the information presented in the image 1 was obtained with descriptive statistics that are shown on table 1.

Image 1 – Delays and Cost Overruns in Colombian Public Entities



Source: Own Development (2014)

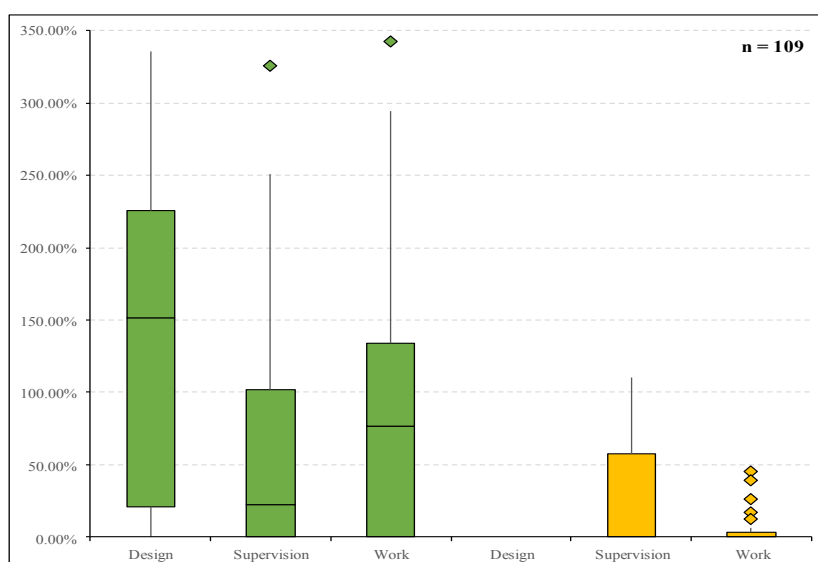
Table 1 - Descriptive Statistics of Delays and Cost Overruns

TOTAL	Total Count	Average	St. Deviation	Minimum	Q1	Median	Q3	Maximum	IQR
Delays	109	80.52%	87.66%	0.00%	0.00%	76.03%	133.88%	342.27%	133.88%
Cost Overruns	109	13.48%	26.34%	0.00%	0.00%	0.00%	12.64%	110.52%	12.64%

Source: Own Development (2014)

Similarly, analysis of cost overruns and delays by type (Image2 and Table 2) and by year (Image 3 and Table 3).

Image 2 – Delays and Cost Overruns by type



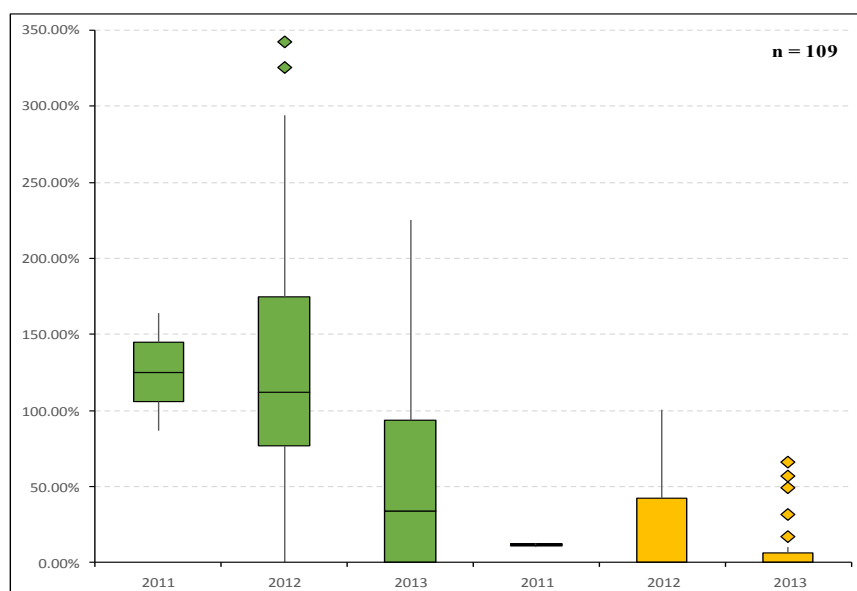
Source: Own Development (2014)

Table 2 - Descriptive Statistics by type

DELAYS	Total Count	Average	St. Deviation	Min.	Q1	Median	Q3	Max.	IQR
Design	10	142.46%	119.27%	0.00%	20.90%	151.90%	225.41%	335.56%	204.51%
Superv.	43	65.06%	82.67%	0.00%	0.00%	22.22%	101.54%	325.49%	101.54%
Work	56	81.33%	81.59%	0.00%	0.00%	76.54%	133.88%	342.27%	133.88%
COST O.	Total Count	Average	St. Deviation	Min.	Q1	Median	Q3	Max.	IQR
Design	10	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
Superv.	43	28.87%	35.55%	0.00%	0.00%	0.00%	57.31%	110.52%	57.31%
Work	56	4.07%	9.43%	0.00%	0.00%	0.00%	0.82%	45.64%	0.82%

Source: Own Development (2014)

Image 3 – Delays and Cost Overruns by year



Source: Own Development (2014)

Table 3 - Descriptive Statistics by year

DELAYS	Total Count	Average	St. Deviation	Min.	Q1	Median	Q3	Max.	IQR
2011	2	125.36%	54.55%	86.79%	106.08%	125.36%	144.65%	163.93%	38.57%
2012	51	131.96%	84.22%	0.00%	76.54%	112.45%	174.79%	342.27%	98.25%
2013	29	59.87%	74.08%	0.00%	0.00%	34.07%	93.96%	250.82%	93.96%
COST O.	Total Count	Average	St. Deviation	Min.	Q1	Median	Q3	Max.	IQR
2011	2	11.58%	1.70%	10.38%	10.98%	11.58%	12.18%	12.78%	1.20%
2012	51	22.18%	33.46%	0.00%	0.00%	0.00%	42.45%	110.52%	42.45%
2013	29	9.27%	18.73%	0.00%	0.00%	0.00%	6.36%	66.48%	6.36%

Source: Own Development (2014)

5 DISCUSSION

A clear difference between the percentage of delay and the percentage of cost overruns that occur in the construction of public infrastructure Colombian was observed. Firstly in image 1 and table 1 it is possible to see that measures of central tendency for delays shows that the arrears are around of 80% with a positive bias. However, in cost overruns arrears are around 13% with an unclear bias. This proportion could imply that a fixed overhead increase of 13% when a delay of 80% exists, indicating the propensity to extend or suspend contracts affecting in a small proportion of the initial budget. Similarly, this trend is observed constant over time where the percentage of cost overruns always is lower than delays in the works.

In order to deepen the basis of this problem found from the image 2 and table 2 that the largest arrears focuses on design and work contracts. Despite this, the supervision is not affected at the same proportion. For this reason, we can infer that many works and designs contracts are without supervisors or by otherwise signed contracts for supervisors have longer times compared to the contracts that are monitored for them.

On the side of cost overruns, it shows that contrary to what happened with arrears, the type of contract that is most affected is supervision. This can happen because the budget

for the auditing contract takes real effort from a team. This means that if an auditing contract is extended, the budget should be impacted since it is required additional payment of professionals for the time extended.

Similarly, design contracts have no overruns despite being tendered in the same way that supervision, that means by professionals. This may indicate that design contracts should handle other figures of procurement (deliverables) or simply that contractors responsible for carrying out the designs do not work with the stipulated team for the contract from the beginning of it.

In the case of works contracts it is understandable that cost overruns almost does not existed with some critical exceptions (Image 2). This is because even though the execution of construction contracts has arrears, these contracts are charged against amount of work performed initially at a fixed price (fixed unit prices).

Finally, observing the image 3 and the data of the table 3, the delays and the cost overruns has been decreasing in more than the 50 %. This fact is the consequence of the revolution of the industry in Colombia, which nowadays is looking to implement new technologies or methodologies of construction innovation for improve the effectiveness of the projects.

6 CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS

The major finding is that delays and cost overruns has very large differences between them. Therefore it is concluded that there are problems when contracts were planned because delays extremely exceed the cost overruns. So, it is recommended to perform a check on project planning regarding the provisions of contractors, because it can be seen that the time is very short despite generate a slightly change on the initial budget.

Likewise it shows that design contracts have arrears without cost overruns. This indicates that there must be greater vigilance on design contractors since these contracts are awarded by consulting (working people). For this reason, the existence of delays but not cost overruns indicates a misuse of professional's resources, or simply not using of the professionals required.

In general, it is advisable to perform a more detailed analysis of the different contracts from the beginning of its planning. This is because generally not successful contracts were found, being compliance of contractual time the most problematic characteristic. Although in this paper an analysis of the estimated cost overruns for arrears was not developed, should be understood that arrears means also cost overruns on the population and the contracting entities.

REFERENCES

- AIBINU, A., & ODEYINKA, H. Construction Delays and Their Causative Factors in Nigeria. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 667–677, 2006.
- AKPAN, E., & IGWE, O. Methodology for Determining Price Variation in Project Execution. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 367–373, 2001.
- ALNUAIMI, A., TAHA, R., AL MOHSIN, M., & AL-HART, A. Causes, Effects, Benefits, and Remedies of Change Orders on Public Construction Projects in Oman. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 615–622, 2010.

- ATTALLA, M., & HEGAZY, T. Predicting Cost Deviation in Reconstruction Projects: Artificial Neural Networks versus Regression. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 405–411, 2003.
- BHARGAVA, A., ANASTASOPOULOS, P., LABI, S., SINHA, K., & MANNERING, F. Three-Stage Least-Squares Analysis of Time and Cost Overruns in Construction Contracts. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 1207–1218, 2010.
- DOLOI, H. Cost Overruns and Failure in Project Management: Understanding the Roles of Key Stakeholders in Construction Projects. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 267–279, 2013.
- FARROW, T. Developments in the Analysis of Extensions of Time. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, p. 218–228, 2007.
- FIDAN, G., DIKMEN, I., TANYER, A., & BIRGONUL, M. Ontology for Relating Risk and Vulnerability to Cost Overrun in International Projects. **Journal of Computing in Civil Engineering**, p. 302–315, 2011.
- HAYDL, H., & NIKIEL, A. Design and Construction Errors—Case Studies. **Practice Periodical on Structural Design and Construction**, p. 126–130, 2000.
- HWANG, S., & LIU, L. Proactive Project Control Using Productivity Data and Time Series Analysis. **PROCEEDINGS**, p. 1-11, 2005.
- JOSEPHSON, P., LARSSON, B., & LI, H. Illustrative Benchmarking Rework and Rework Costs in Swedish Construction Industry. **Journal of Management in Engineering**, p. 76–83, 2002.
- KRAIEM, Z., & DIEKMANN, J. CONCURRENT DELAYS IN CONSTRUCTION PROJECTS. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 591–602, 1987.
- LI, J., MOSELHI, O., & ALKASS, S. Forecasting Project Status by Using Fuzzy Logic. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 1193–1202, 2006.
- MARX, A., & KÖNIG, M. Preparation of Constraints for Construction Simulation. **PROCEEDINGS**, p. 462-439, 2011.
- OLIVEROS, A., & FAYEK, A. Fuzzy Logic Approach for Activity Delay Analysis and Schedule Updating. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 42–51, 2005.
- ROSENFELD, Y. Root-Cause Analysis of Construction-Cost Overruns. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 04013039, 2014.
- SCOTT, S., & HARRIS, R. United Kingdom Construction Claims: Views of Professionals. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 734–741, 2004.
- THOMAS, H., & MESSNER, J. No-Damages-for-Delay Clause: Evaluating Contract Delay Risk. **Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice**, p. 257–262, 2003.
- WORLD ECONOMIC FORUM. **World Economic Forum**, 2012.
- YANG, J., & WEI, P. Causes of Delay in the Planning and Design Phases for Construction Projects. **Journal of Architectural Engineering**, p. 80–83, 2010.
- ZHAO, Z., LV, Q., ZUO, J., & ZILLANTE, G. Prediction System for Change Management in Construction Project. **Journal of Construction Engineering and Management**, p. 659–669, 2010.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

IMPLEMENTACIÓN DE LOCATION-BASED MANAGEMENT SYSTEM (LBMS): CASO DE ESTUDIO EN COLOMBIA

BOTERO, Luis Fernando (1); VÁSQUEZ, Alejandro (2)

(1) Universidad EAFIT, (57 4) 2619500 ext. 9659, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co

(2) Universidad EAFIT, e-mail: avasqu12@eafit.edu.co

RESUMEN

El presente artículo presenta el estudio de la programación de obra de un proyecto de vivienda en la ciudad de Medellín, Colombia, en busca de la optimización mediante la utilización de Location-Based Management System (LBMS). El artículo presenta los resultados de las comparaciones realizadas, entre el método de la ruta crítica (CPM) y el sistema de gestión basado en la localización (LBMS) y las comparaciones de alternativas de acuerdo a la secuencia de método constructivo basadas en LBMS. El primer acercamiento realizado al estudio corresponde al cálculo de las cantidades de obra de acuerdo con los planos de construcción, para luego hacer la conversión a LBMS de la programación de obra realizada a través del método tradicional basada en la técnica del CPM, encontrando en ella problemas o conflictos, los cuales fueron objeto de mejora a través de una nueva programación. El segundo acercamiento permite encontrar los recursos teóricos para mantener los tiempos de la programación original, posteriormente verificados en obra, del que se plantean tres alternativas de acuerdo con la secuencia del método constructivo, en búsqueda de la mejor opción para desarrollar el proyecto

Palabras-clave: Planificación basada en localización; Método de la ruta crítica CPM; optimización de la programación

ABSTRACT

This paper presents the study of the building project scheduling in the city of Medellin, Colombia, in order to optimize it, using Location-Based Management System (LBMS). The article presents the results of the comparisons between the critical path method (CPM) and the location based management system (LBMS) and comparisons of alternatives according to the sequence of construction method, based on LBMS. The first approach to study is made to calculate the amount of work in accordance with the building plans, to convert it from CPM scheduling to location based management scheduling, finding in it problems or conflicts, which were subject to improvement through new scheduling. The second theoretical approach is made to find the resources to maintain the original schedule time, later verified on site. Three alternatives arise according to the sequence of the construction method, in search of the best option to develop the project

Keywords: Location based Management (LBM), Critical path Method, Scheduling optimization

1 INTRODUCCIÓN

El sistema de planificación basado en la localización (LBMS, Location-Based Management System) integra los componentes de planificación y control de cada etapa de construcción, permitiendo una mejor visualización en cada una de las actividades a realizar en los lugares de producción, mejorando la continuidad del flujo de los equipos de trabajo.

A pesar de que el LBMS no es un tema novedoso para el sector de la construcción a nivel mundial, su aplicación en Colombia es escasa, debido al uso de las herramientas tradicionales basadas en el método de la ruta crítica (CPM).

2 LOCATION BASED MANAGEMET SYSTEM -LBMS

2.1 Antecedentes

La implementación del sistema de gestión basado en la localización (LBMS) ha adoptado diferentes nombres en el transcurso del tiempo. Según Kenley y Seppänen (2010) “se basó originalmente en las técnicas gráficas, utilizadas ya en 1929 en proyectos innovadores como el Empire State Building, desarrollada posteriormente por la Compañía Goodyear en la década de 1940 y ampliado por la marina de EE.UU en la década de 1950”.

Los conceptos de la línea de balance han sido aplicados en la industria de la construcción como método de planeación. En diferentes estudios se han realizado diferentes variaciones a esta técnica con la finalidad de ajustarla a las necesidades propias del sector constructor. Algunos de estos desarrollos son: Velocity Diagrams por W. Roech (1972), Construction Planning Technique (CPT) por S. Peer & S. Selinger (1973), Production Method (VPM) por JJ. O’Brien (1975), Linear Scheduling Method (LSM) por D. W. Johnston (1981), Time Space Scheduling Method (TSSM) por O. Stradal & J. Cacha (1982), and Repetitive Project Model (RPM) por R. M. Reda (1990). (Botero y Acevedo, 2011).

El sistema de gestión basado en la localización (LBMS) propuesto por Seppänen, Ballard y Pesonen (2010) es el resultado de previas investigaciones a partir de la línea de balance y el método de línea de flujo, que se han centrado en los aspectos teóricos de la planificación y que dejaban de lado las oportunidades de usar éste método para el control. Sobre el LBMS, Orihuela y Esteves (2013) expresan que “integra y personaliza el método de la Línea de Balance para proyectos de construcción, usándolo no solo para la etapa de planificación, sino también para la etapa de control durante el desarrollo de la obra, para el progreso y el pronóstico de comportamiento futuro.”

Kenley y Seppänen sostienen que el LBMS “es ante todo un sistema técnico que transforma las cantidades en lugares y la información de productividad en duraciones fiables, hace topes explícitos, y las previsiones de resultados futuros sobre la base de las tendencias históricas y las alarmas de los futuros problemas de producción”. (SEPPÄNEN, BALLARD y PESONEN, 2010).

2.2 Componentes de location based management system LBMS

El sistema de gestión basado en la localización (LBMS) consiste en la integración de los componentes de planificación, programación y control, presentes en cada etapa de la construcción, desde el diseño hasta la finalización. Kenley y Seppänen (2010), al respecto expresan que “es la integración de muchos componentes, incluidos los sistemas de organización y proyecto, que hace que el LBMS sea un sistema de gestión.” Ésta definición habla de los componentes, los cuales se definen de la siguiente manera:

- Estructura jerárquica fraccionada de localización, ya que un nivel de ubicación más general permite subdividir en pequeñas partes o niveles más específicos.

- Cantidades de localización y tasas de consumo, requeridas para estimar las horas hombre de trabajo de las tareas.
- Estimación de costos basado en localización, la cual es deseable que se calculen de acuerdo a la estructura fraccionada de localización (LBS)” (KENLEY y SEPPÄNEN, 2010).
- Planificación basada en la localización, supone la continuidad del trabajo a través de los lugares de localización determinando los recursos y la organización del equipo, lo cual aumenta la productividad al disminuir las interrupciones.
- Control basado en localización, Tomando como punto de partida la programación base, se realiza una programación de acuerdo a la nueva información generada en la obra y que no se encontraba disponible antes de la ejecución del proyecto. Luego se realiza, de manera periódica, el monitoreo para calcular el consumo de recursos y la tasa de producción a la fecha, a través revisión de las cantidades, recursos, jornadas de trabajo, días no trabajados, la fecha de inicio y la fecha de finalización o el progreso.

3 MÉTODOS BASADOS EN ACTIVIDADES

Tradicionalmente la planificación, la programación y el control en el sector de la construcción se ha realizado por medio de métodos basados en actividades, tales como CPM y PERT, que fueron introducidos en la década de 1950 en los Estados Unidos por Kelley y Walker (1959) y por Malcolm et al. (1959), respectivamente. Dichos métodos ayudan los directores de proyectos a establecer las actividades críticas, lo que ayuda a estimar el tiempo de entrega del proyecto. Estos métodos han tenido críticas en el sector de la construcción desde su introducción. Stradal y Cacha (1982) y Arditi et al. (2002) citados por Büchmann-Slorup (2012), critican la falta de continuidad en el flujo de trabajo de las cuadrillas de construcción en el CPM y PERT. Laufer y Tucker (1987) también citados en Büchmann-Slorup (2012), abordan las deficiencias de los métodos basados en actividades respecto a las limitaciones de recursos y la falta de visualización de los conflictos de las actividades de trabajo en lugares simultáneos. Andersson y Christensen (2007) en una crítica al CPM, plantean las actividades y sus conexiones lógicas son el foco principal del CPM, mientras que los recursos tiene una menor atención lo que supone que hay recursos ilimitados para la obra. Ellos expresan que: “Es difícil controlar el uso de los recursos previstos en un diagrama de Gantt, ya que las diferentes cantidades de trabajo y los diferentes ritmos de cada operación se oculta en las diferentes barras de las actividades.”

4 DIFERENCIAS ENTRE LA VISUALIZACIÓN DE LOCATION BASED MANAGEMENT SYSTEM (LBMS) Y MÉTODOS BASADOS EN ACTIVIDADES

- LBMS permite visualizar grupos de actividades en una sola línea para todas las localizaciones jerárquicas del proyecto (pisos, casas, etc.), contrario al diagrama de Gantt, donde se tendrían una cantidad de barras horizontales para cada una de dichas localizaciones, lo que permite representar un gran número de actividades comunes en un documento mucho más sencillo y pequeño a la vez (Loría, s.f.). “Un solo punto de vista es capaz de proyectar una gran cantidad de información sobre el plan de trabajo, particularmente los de continuidad y descansos previstos. Los usuarios experimentados son capaces de leer el plan de una manera similar a la lectura de un plano de planta, y son capaces de interpretar los detalles sobre el

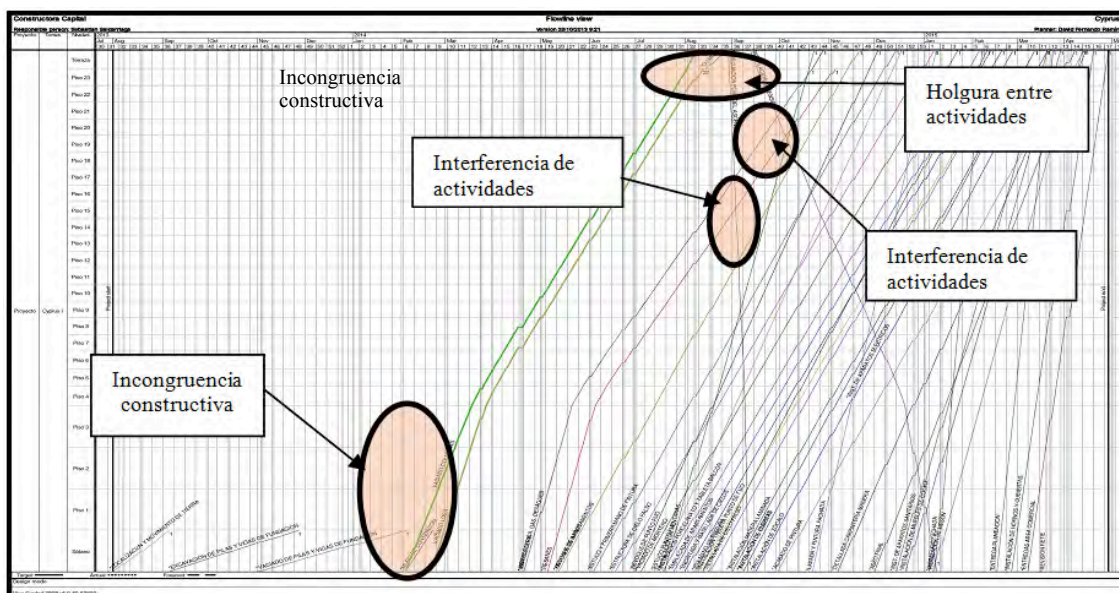
método de construcción que no es posible a partir de un diagrama de Gantt” (Kenley y Seppänen, 2010).

- LBMS visualiza las actividades (¿Qué?), el tiempo de inicio y de finalización (¿Cuándo?), la localización (¿Dónde?) y, además el ritmo de trabajo al cual deben ser realizadas las actividades. En comparación con el CPM, en el cual solo es posible visualizar las actividades (¿Qué?) y, el tiempo de inicio y de finalización (¿Cuándo?).
- LBMS muestra “el ritmo global de la obra, por lo que cumple con el principio de la teoría de restricciones de preocuparse primero de la productividad global antes que la productividad local” (Orihuela y Estebes, 2013)

5 METODOLOGÍA DEL TRABAJO Y RESULTADOS

Con la programación de obra realizada previamente en Ms Project, las cantidades de obra y los planos del proyecto consistente en la construcción de dos torres de vivienda de 23 y 24 pisos realizadas de manera simultánea, se procedió a transcribir al software VICO CONTROL para obtener la versión en LBMS. Se visualizaron de inmediato algunas interferencias entre actividades, difícilmente apreciables en Ms Project, como se muestra en la Figura 1, (para cada una de las torres).

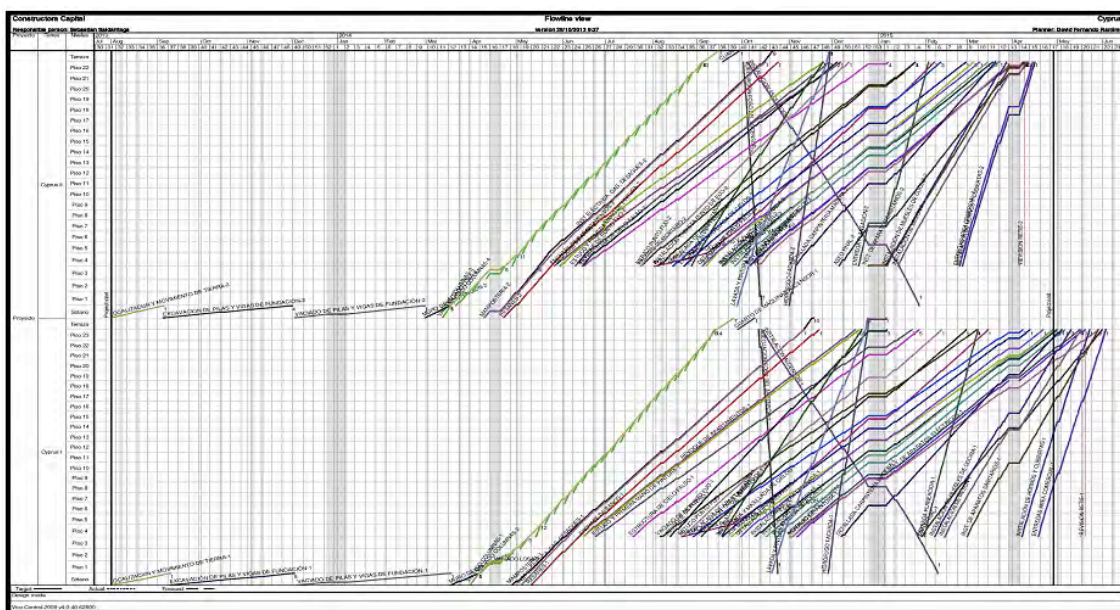
Figura 1 – Programación de una torre visualizada en VICO CONTROL



Fuente: elaboración propia mediante software VICO CONTROL

Al corregir las interferencias e incongruencias de la programación se plantea la programación para las dos torres, optando la estrategia propuesta en Ms Project.

Figura 2 – Programación del proyecto para dos torres, estrategia inicial



Fuente: elaboración propia mediante software VICO CONTROL

Teniendo en cuenta la tasa de producción real medida en obra y el número de cuadrillas disponibles, se procedió a proponer tres diferentes alternativas de construcción para las dos torres. La alternativa 1 contempla la construcción de la estructura desde pisos inferiores hacia los superiores y luego de terminar la estructura realizar los acabados desde pisos superiores hacia los inferiores. La alternativa 2, concibe la construcción de los acabados del edificio en dos frentes, partiendo el edificio en dos secciones, hacia pisos superiores y otra hacia pisos inferiores. Finalmente la alternativa 3 plantea la construcción de la estructura de abajo hacia arriba y los acabados en dos frentes, de pisos superiores a inferiores y de inferiores a superiores, como se muestra en la Figura 3. Las duraciones para cada uno de los casos, son las siguientes:

Cuadro 1 – Duraciones de las diferentes estrategias de construcción del proyecto

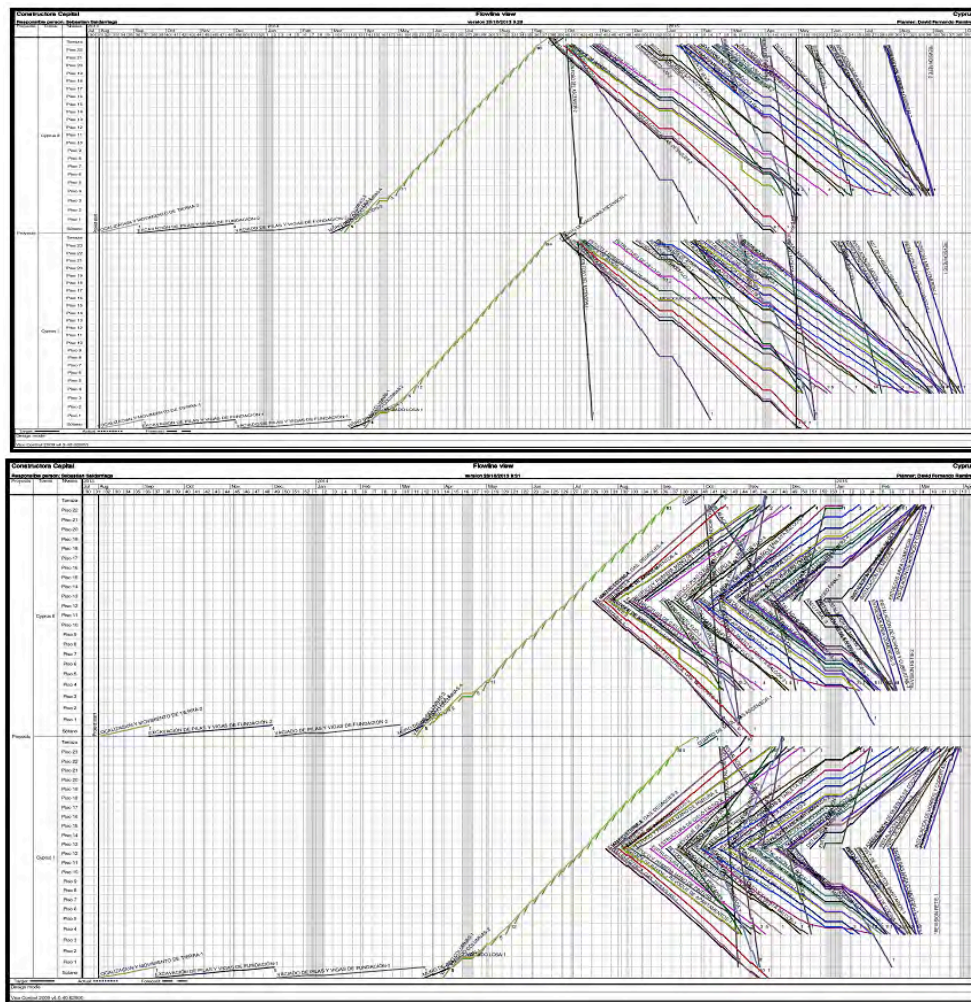
ALTERNATIVAS	TORRE 1			TORRE 2		
	DURACIÓN [días]	FECHA INICIO	FECHA FIN	DURACIÓN [días]	FECHA INICIO	FECHA FIN
Estrategía original	472	01/08/2013	26/03/2015	460	01/08/2013	11/03/2015
Estrategía alternativa 1	568	01/08/2013	30/07/2015	554	01/08/2013	13/07/2015
Estrategía alternativa 2	452	01/08/2013	02/03/2015	447	01/08/2013	24/02/2015

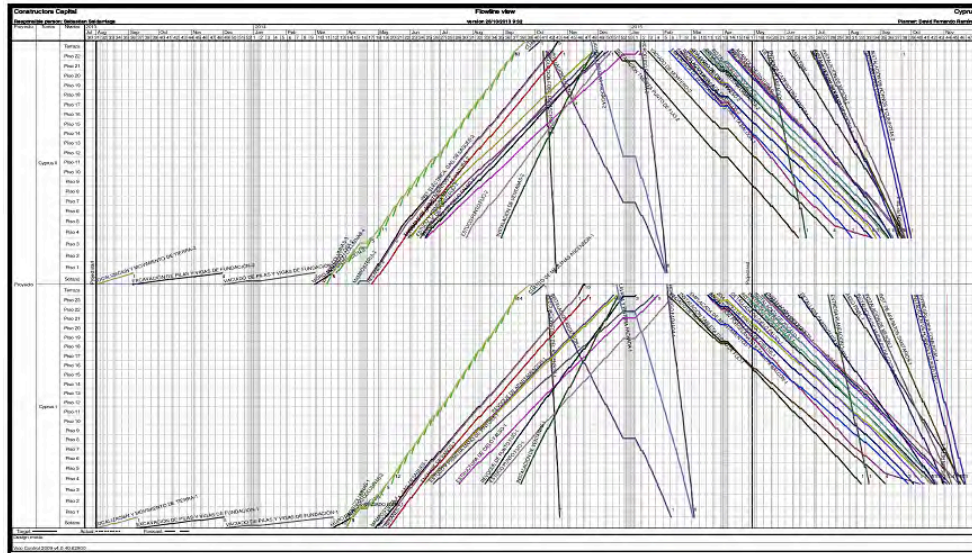
SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – **SÃO CARLOS – SP**

Estrategía alternativa 3	528	01/08/2013	10/06/2015	514	01/08/2013	23/05/2015
--------------------------	-----	------------	------------	-----	------------	------------

Fuente: Elaboración propia

Figura 3 – Tres alternativas de ejecución del proyecto para dos torres





Fuente: elaboración propia mediante software VICO CONTROL

La alternativa 2 presenta menor duración que las demás, sin embargo requiere un mayor flujo de recursos que representa para la obra un valor adicional de 100.000 dólares, ya que se duplican las cuadrillas durante 7 meses y se incurre en costos adicionales de logística interna y transporte. La segunda alternativa en duración es la originalmente planteada por la empresa. En este caso la duración mayor de 20 días a la alternativa 2 representa un costo aproximado para la empresa de 25.000 dólares en gastos generales del proyecto, pero no se incurriría en los costos de la alternativa 1 por la logística interna adicional.

Este sencillo análisis partiendo de la visualización mediante LBMS permite concluir que la alternativa 2, originalmente planteada por la empresa representa el mayor beneficio económico para el proyecto.

6 CONSIDERACIONES FINALES

Al implementar LBMS en el proyecto piloto, se validan los planteamientos de los diferentes autores con respecto a las ventajas de este sistema como la fácil visualización de las actividades en los diferentes lugares de trabajo, el uso continuo de los recursos y el flujo continuo de las cuadrillas de trabajo. En el proyecto, con su implementación, se lograron eliminar interferencias y conflictos entre actividades, disminuir los tiempos de holgura entre actividades en lugares específicos y optimizar el flujo continuo de las cuadrillas específicamente en las actividades de acabados

Sencillos análisis partiendo de la visualización de la estrategia de construcción a partir de LBMS, permiten la optimización del proyecto en fase previa y tomar decisiones más acertadas basadas en duraciones, costos y facilidades de desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

ANDERSSON, N. y CHRISTENSEN, K. Practical implications of Location-Based Scheduling. En: CONSTRUCTION MANAGEMENT AND ECONOMICS: PAST, PRESENT AND FUTURE, Reino Unido, Jul, 2007.

BOTERO, L. y ACEVEDO, H. Simulación de operaciones y línea de balance: herramientas integradas para la toma de decisiones. **Ingeniería y Ciencia**. v. 7, n. 13, p. 29-45, Ene/Jun. 2011.

BÜCHMANN-SLORUP, R. **Criticality in Location-Based Management of Construction**. 2012. Tesis Doctoral. MT Hojgaard A/SMT Hojgaard A/S.

KENLEY, R. y SEPPÄNEN, O. **Location-Based Management for Construction**. 2 Park Square, Milton Park, Abingdon, Oxon: Spon Press, p. 554. 2010.

KELLEY, J. y WALKER, M. Critical-path planning and scheduling. En: **Papers presented at the December 1-3, 1959, eastern joint IRE-AIEE-ACM computer conference**. ACM, (1959) p. 160-173.

LORÍA, J. **Programación de obras con la técnica de la línea de balance**. México: Academia de Ingeniería A.C., 45 p. s.f.

MALCOLM, D.; ROSEBOOM, J.; CLARK, C. y FAZAR, W. Application of a technique for research and development program evaluation. **Operations Research**, v. 7, n. 5, p. 646-669. 1959.

ORIHUELA, P. y DELFÍN E. Aplicación del método de la línea de balance a la planificación maestra. En: ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE GESTIÓN Y ECONOMÍA DE LA CONSTRUCCIÓN (ELAGEC), México, Cancún. p. 29, 2013.

SEPPÄNEN, O.; BALLARD, G. y PESONEN, S. The combination of Last Planner System and Location-Based Management System. **Lean Construction Journal**, Haifa, p. 53-54, 2010.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su agradecimiento a la constructora Capital S.A. por su contribución para la realización de este trabajo.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PROPOSTA DIDÁTICA PARA COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE PLANEJAMENTO TRADICIONAIS E *LEAN*

POGET, Micaël (1); GRANJA, Ariovaldo Denis (2)

(1) Universidade Estadual de Campinas, e-mail: micaelpoget@gmail.com, (2) Laboratório de Gerenciamento na Construção, Universidade Estadual de Campinas, e-mail: adgranja@fec.unicamp.br

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma proposta didática para facilitar a assimilação de conceitos de planejamento baseado em localizações por alunos de graduação em Engenharia Civil, quando comparados a processos tradicionais baseados em atividades (redes de precedência e técnicas de caminho crítico). Dentro das técnicas existentes, o trabalho focou na linha de balanço (LOB) que é especialmente utilizada para planejar empreendimentos ditos repetitivos. A proposta foi desenvolvida para simular a construção de um conjunto habitacional com peças de encaixar. Duas fases comparativas constituem-na: (i) via emprego de métodos tradicionais de planejamento e (ii) via uso de LOB. Para as simulações com LOB, um aplicativo computacional foi desenvolvido como parte da proposta didática. Durante as diferentes aplicações, o jogo possibilitou a assimilação de conceitos do pensamento *lean*, tais como o de fluxo de produção. A assimilação de conceitos e princípios de planejamento tradicional e *leansão* difíceis de serem assimilados por meio de estratégias convencionais de transmissão de teoria, o que dificulta as aplicações diretamente nos canteiros de obras pelos agentes. A proposta aqui desenvolvida pode possibilitar uma maior assimilação de conceitos relacionados à produção enxuta no ensino de graduação, como forma de facilitar implantações mais diretas em situações práticas.

Palavras-chave: Jogo Didático, Linha de Balanço, Produção Enxuta, Planejamento.

ABSTRACT

This work proposes an educational approach to ease the teaching of location based planning for civil engineer undergraduate students, when compared to traditional ones (activity-based approaches), which rely on precedence networks and critical path techniques. Among the existent techniques, line of balance, especially used to plan repetitive projects, was selected. An educational game was created to simulate the construction of a housing complex with toy blocks. The game is composed of two comparative steps: (i) the construction using a traditional planning and (ii) using the line of balance's method (LOB). For the simulations with LOB, a computational application was developed as part of the educational proposal. During the simulations, the game demonstrated its abilities to illustrate several concepts of lean thinking, such as production flow. Generally, it is hard to explain theoretical concepts and principles of planning with traditional ways of teaching, which hampers the direct implementation of these concepts in building sites. This proposition can strengthen the assimilation of Lean construction philosophy among undergraduate student to facilitate direct applications in practical situations.

Keywords: Educational Game, Line of Balance, Lean Construction, Planning.

1 INTRODUÇÃO

Muitos empreendimentos de construção envolvem atividades repetidas em várias unidades (ou localizações) idênticas ou similares. Por exemplo, em um prédio residencial, os empreiteiros se deslocam de pavimento a pavimento para construir

apartamentos iguais. Já em um conjunto habitacional, as equipes se deslocam de casa em casa; em uma rodovia, de trecho a trecho.

Para planejar tais empreendimentos, o método da linha de balanço (LOB) é comumente usado. Ele se insere na filosofia de planejamento baseado em localizações, que é mais indicado do que os métodos tradicionais baseados em técnicas de caminho crítico (CPM) para empreendimentos de construção, pois leva em conta a continuidade do fluxo de trabalho, as limitações de recursos e os conflitos de localizações (BÜCHMANN-SLORUP, 2012; KENLEY; SEPPÄNEN, 2006).

É reconhecido que o uso de jogos didáticos e técnicas de simulação são excelentes ferramentas de ensino em cursos de engenharia ou de treinamento de profissionais. Por meio da análise dos resultados das decisões tomadas nos jogos, pode-se perceber a tentativa do aluno em associar o conhecimento adquirido nas aulas com a prática de campo (MENDES JUNIOR; VARGAS; HEINECK, 1998). Já existem diversos jogos de gerenciamento com enfoques específicos.

Sobre a técnica de LOB, objeto deste trabalho, vários jogos didáticos já estão disponíveis na literatura. Pode-se citar aqui as simulações com casas de cartolinas para a obtenção de informação a respeito de perdas de materiais e produtividade de mão-de-obra (VARGAS et al., 1998a), e também com eventos aleatórios (VARGAS et al., 1998b). Foi desenvolvido depois um jogo didático para o ensino da técnica de LOB dentro de um contexto de variabilidade (SANTOS et al., 2002). A importância da definição do tamanho da unidade repetida é também simulada (SHIM; YOO; NGOMA, 2013). Outro jogo, o LEAPCON – simulando o acabamento dos vários apartamentos, cujo design é variável, de um edifício alto – trabalha com três conceitos de produção enxuta: o fluxo puxado, o tamanho do lote reduzido e a multitarefa (SACKS; ESQUENAZI; GOLDIN, 2007).

O jogo didático aqui desenvolvido foca mais no conceito de fluxo de produção e na sincronização das subempreiteiras. Ele compara dois sistemas de produção – (i) tradicional baseado em atividades e (ii) baseado em localizações por meio de LOB – via construção de um conjunto habitacional com peças de encaixar. Um aplicativo computacional de traçado de LOB foi desenvolvido para acompanhar e agilizar as simulações. A maior contribuição desta pesquisa é disponibilizar uma proposta didática visando a assimilação de conceitos de produção enxuta por alunos de graduação, possibilitando comparações com métodos tradicionais de planejamento baseados em caminho crítico.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Linha de balanço (LOB)

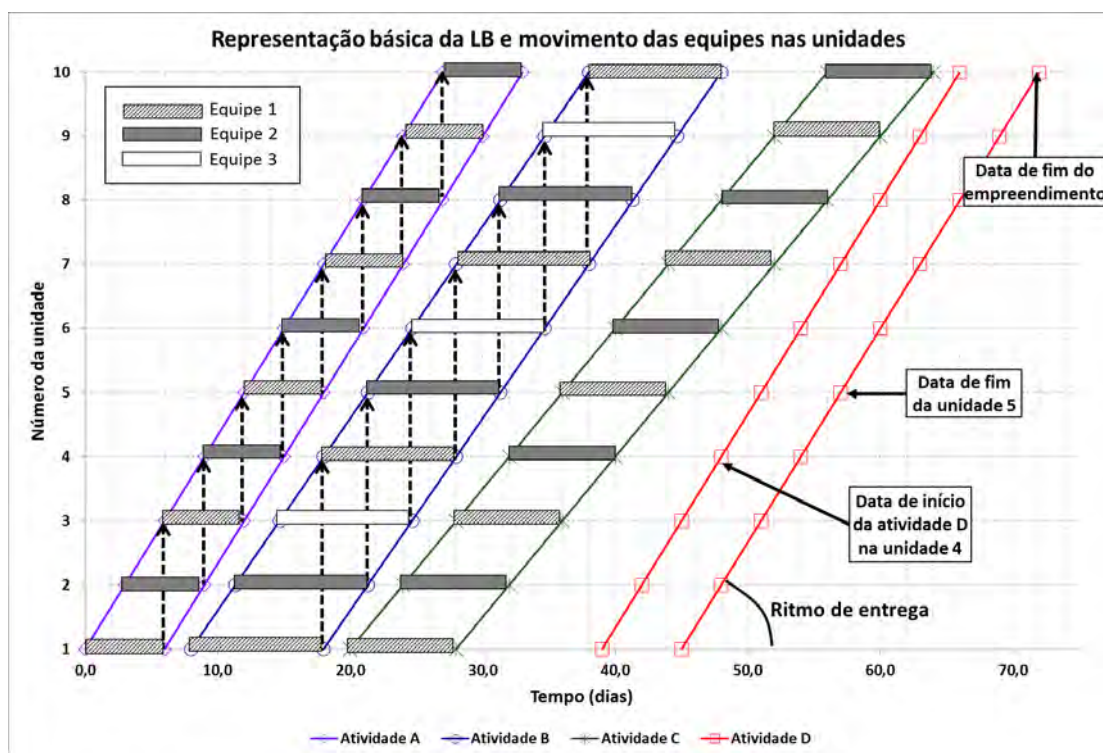
A LOB é utilizada especialmente para planejar empreendimentos ditos repetitivos, envolvendo atividades executadas sucessivamente, como a construção dos andares de um edifício alto, as casas idênticas de um conjunto habitacional, ou os trechos de uma rodovia (ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002). Ela é basicamente um método gráfico que apresenta um diagrama quantidade-tempo, isto é, uma curva de produção para o processo de construção inteiro. A LOB permite visualizar o fluxo de trabalho das equipes por meio das diversas localizações e unidades da construção e pretende balancear as atividades do empreendimento para garantir a continuidade dos fluxos de recursos e dimensionar as equipes de trabalho, levando em conta as limitações de recursos (ARDITI; ALBULAK, 1986).

2.1.1 Vantagens da LOB

O maior benefício da LOB é ela ser capaz de apresentar informações relevantes para a gestão da produção, tais como a localização do trabalho, a direção de progressão e o ritmo de produção, de maneira simples e visual através do seu diagrama (YANG; IOANNOU, 2004). Por meio dela, facilmente pode-se prever ou analisar o ritmo de qualquer processo, seja de produção, de montagem ou de fornecimento (MENDES JUNIOR, 1999).

Os ritmos de produção podem ser modificados, alterando-se o número de equipes por atividade, para garantir um fluxo contínuo dos recursos, assegurando-se ao mesmo tempo o respeito às relações lógicas de antecedência entre as atividades (ARDITI; ALBULAK, 1986). Também foi observado que os mestres de obra e subempreiteiros são mais receptivos aos diagramas de LOB do que aos diagramas de rede (ARDITI; ALBULAK, 1986).

Figura 1 – Representação básica da LOB e movimento das equipes nas unidades



Fonte: elaborado pelo autor

2.1.2 LOB e produção enxuta

A LOB é uma ferramenta que detém várias características de produção enxuta tais como a visão de ciclo no tempo e no espaço, a simplificação das operações, a redução da variabilidade, a visão do fluxo de execução, a redução do *lead time* e a integração do curto médio e longo prazo (MOURA; HEINECK, LUIZ, 2014).

2.1.3 Limitações da LOB

O sucesso de um planejamento que utiliza a LOB depende em grande parte da escolha dos ritmos de produção de todas as atividades, que dependem, por sua vez, das estimativas dos recursos humanos necessários. Erros nestas estimativas são grandemente ampliados com a repetição das unidades (ARDITI; ALBULAK, 1986). O

controle dos ritmos efetivos na obra deve ser usado para atualizar e corrigir o planejamento(ARDITI; TOKDEMIR; SUH, 2002).

Na técnica de LOB, o ritmo de produção deve supostamente permanecer constante ao longo do tempo. Porém, devido à natureza aleatória dos processos de construção e ao efeito da curva de aprendizagem, esta hipótese pode estar equivocada e resultar em grandes falhas(MENDES JUNIOR, 1999).

2.2 Jogo didático

2.2.1 Objetivos do jogo

O jogo didático desenvolvido pretende comparar um método tradicional de planejamento baseado em atividades (redes de precedência e técnicas de aminorho crítico) com outro baseado em localizações (produção enxuta), a saber a técnica de LOB. Durante o jogo, o objetivo dos participantes é duplo: (i) realizar o empreendimento num prazo mínimo; (ii) prever o prazo da construção e respeitá-lo no momento da simulação.

2.2.2 Apresentação

O empreendimento proposto aos participantes de duas equipes concorrentes é a construção, de um conjunto habitacional composto por seis casas idênticas, com peças de encaixar. A sequência construtiva de uma unidade padrão é detalhada na Figura 2.

Uma pessoa realiza apenas uma atividade e desloca-se de casa em casa. Assim, numa analogia com uma situação real, uma construtora contrata pelo menos seis subempreiteiros, um para cada atividade de construção.

Figura 2 – Plano de construção



Fonte: elaborado pelo autor

2.2.3 Regras do jogo didático

Na primeira parte do jogo, os participantes, divididos em duas equipes concorrentes, são deixados livres para realizar o empreendimento num prazo mínimo. Uma estratégia própria é estabelecida com base em técnicas de planejamento tradicional. Entre cada simulação, os participantes se reúnem e elaboram estratégias visando à redução do tempo de conclusão do empreendimento. Devem levar em consideração conceitos de gestão, tais como a redução da duração de atividades; a melhoria nos fluxos logísticos de trabalho, no planejamento e na organização da produção; a redução de tempos improdutivos etc. O tempo de conclusão de cada casa é cronometrado e anotado para comparação e competição entre duas equipes.

Na segunda fase, a técnica de LOB é apresentada na simulação e usada para realizar o conjunto habitacional¹. Nesta simulação, são vivenciados e abordados mais intensamente os princípios de fluxo, puxar e perfeição (WOMACK; JONES, 2004).

Os facilitadores apresentam uma primeira simulação com um prazo previsto calculado segundo a teoria exposta em aula. O prazo é inferior àqueles obtidos na rodada tradicional, o que causa certo ceticismo e ao mesmo tempo desafia os alunos para atingi-lo. Dado o desafio do menor prazo imposto, é exigida nesta rodada uma grande coordenação quanto ao fluxo contínuo e organização da produção. Daí a importância de os alunos já terem sido expostos à teoria da LOB e aos conceitos *lean* inerentes a ela.

Após a primeira simulação – com número de empreiteiros por atividade e datas de inícios das atividades impostos – as duas construtoras definem uma estratégia própria e competem para atingir o prazo estipulado. Um aplicativo de traçado de LOB, desenvolvido para o jogo didático e detalhado a seguir, é fornecido para ajudar na tomada de decisão e para sincronizar os empreiteiros.

O tempo de conclusão é anotado e comparado com o tempo previsto dado pelo aplicativo. O foco maior nesta simulação com LOB é tentar atingir o prazo pré-estipulado pelo aplicativo, inferior à simulação com processo tradicional. Conceitos *lean* tais como fluxo de produção, produção puxada, sincronização de ritmos, entre outros, são explorados e vivenciados na simulação. Finalmente, uma discussão é realizada com os alunos para ponderar os benefícios e as dificuldades da LOB sobre o planejamento tradicional durante a simulação do empreendimento.

Imagem 1–Simulação da construção com peças de encaixar



Fonte: elaborado pelo autor

2.3 Aplicativo de traçado de LOB

Para automatizar os cálculos associados à técnica de LOB, um aplicativo foi desenvolvido, pelo autor com o *Microsoft Excel*, usando a linguagem de programação VBA (*Visual Basic for Applications*). A partir de uma rede unitária importada do *Microsoft Project* ou diretamente definida no *Excel*, o usuário especifica o número de unidade repetidas e o prazo desejado do seu empreendimento repetitivo. Podem-se inserir tempos de espera (ou *buffers*) entre atividades. Em seguida, o aplicativo propõe automaticamente uma composição de equipes, que pode ser modificada manualmente. Também estabelece o cronograma da obra, gerando uma planilha com as datas de início e fim de cada atividade, assim como os gráficos associados representando as LOB *flowlines* do empreendimento. As durações das atividades podem ser modificadas para adequações e ajustes e os cálculos são atualizados pelo aplicativo.

¹É importante ressaltar que os alunos realizam esta simulação após terem tido uma aula teórica e resolvido exercício de aplicação sobre LOB.

Imagem 2 – Captura de tela do aplicativo: planilha de especificação do empreendimento

nb of repetitive units		6	from MS Project		1- RECOVER Data from MS Project		2- SPECIFY Repetitive units characteristics		3- MODIFY and VALIDATE Buffer times and the Number of crews to UPDATE CALCULATIONS		4- CREATE or RESET the Time table and the LoB Graph		5- GO TO the time table	
Deadline duration (days)		36,0	from Excel user		6- GO TO the LoB graph								7-GO TO the Flowline gr.	
Imposed Rythm (unit/week)		1,79	Automatic calculations											
Duration 1 unit (days)		16												
Hours per day		8												
Days per week		5												
Days per month		20												

ID	Name	Predecessors	Duration days	Slack days	Buffer time	Desired Rate unit/day	Crew desired rounded	Actual Rate unit/day	Crew choosen	Chooosen Rate unit/day	Total Duration day	Times in days				Slack days	Name	
												ES_i1	EF_iN	LS_i1	LF_iN			
1	Fundações		3	0	1	0,36	1,07	2	0,67	1	0,33	18,00	0	18	0	18	0	Fundações
2	Alvenaria	1	4	0	1	0,36	1,43	2	0,50		0,50	14,00	9	23	9	23	0	Alvenaria
3	Caixilhos	2	4	0	1	0,36	1,43	2	0,50		0,50	14,00	14	28	14	28	0	Caixilhos
4	Instalações	3	2	0	1	0,36	0,71	1	0,50		0,50	12,00	19	31	19	31	0	Instalações
5	Laje de forro	4	2	0	1	0,36	0,71	1	0,50		0,50	12,00	22	34	22	34	0	Laje de forro
6	Cobertura	5	1	0	1	0,36	0,36	1	1,00		1,00	6,00	30	36	30	36	0	Cobertura

Fonte: elaborado pelo autor

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Lições aprendidas com o jogo didático

O jogo foi realizado com alunos de graduação cursando o 4º ano em Engenharia Civil. Nos Quadro 1 e Quadro 2, foram agrupadas algumas dificuldades e respectivas observações encontradas ao longo da aplicação do jogo, que serviram de aprendizado aos alunos. Cada uma é comentada de forma a reunir as melhorias possíveis, os conceitos subjacentes e enfatizar os aprendizados ilustrados durante o jogo.

Quadro 1 – Problemas e aprendizados vivenciados no jogo – princípios *lean* de fluxo e puxar

Problemas/Observações	Aprendizados/Medidas
<p>Observaram-se PROBLEMAS DE FLUXO: participantes passando atrás dos outros; gargalos; esperas.</p> <p>O fluxo confuso resultou, na impossibilidade de realização de algumas tarefas, sobretudo durante as simulações com processo tradicional.</p>	<p>Deve-se:</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Garantir uma frente de trabalho; <input type="checkbox"/> Deixar espaço entre os postos de trabalho (logística de canteiro); <input type="checkbox"/> Estabelecer coordenação e comunicação entre equipes; <input type="checkbox"/> Deixar bem claro quem faz o que. <p><i>Quando o fluxo de produção é contínuo, o desempenho global melhora.</i></p>
<p>No balanço das atividades (impôs-se o mesmo ritmo, ou seja, a mesma duração para cada atividade), a simulação respeita o previsto e a sincronização entre empreiteiros é muito simples – neste caso uma pessoa indica em voz alta a cadência a se respeitar (Tempo Takt).</p> <p>Porém, diminuiu-se muito o ritmo de algumas atividades acarretando perda de</p>	<p>Deve-se trabalhar com uma equipe de tamanho ótimo no seu ritmo natural – senão ocorre uma perda de produtividade (quando a duração prevista de uma atividade é maior que a duração real, observa-se ociosidade da equipe que não agregará valor à obra; ao contrário, quando a duração alocada é menor do que a necessária, a qualidade do empreendimento pode deteriorar e os custos tendem a aumentar).</p>

Problemas/Observações	Aprendizados/Medidas
tempo, equipes ociosas, e decorrentes aumentos de custo.	<i>Sem controle e sincronização, o planejamento não é efetivo.</i>
Numa determinada simulação, a última atividade devia começar 10s após o fim da primeira unidade do predecessor. A espera é grande e a tentação de começar mais cedo (porque tem muita frente) é forte. Porém o tempo de início foi respeitado e o empreendimento acabou em 40s (para 39s previstas)	O respeito aos tempos de entrada é fundamental Deve-se deixar uma folga entre atividades e limitar os riscos de conflito com uso de buffers Deve-se <i>garantir a sincronização das equipes</i>

Fonte: Elaborado pelo autor

Quadro 2 – Problemas e aprendizados vivenciados no jogo– princípio *leande* perfeição

Problemas/Observações	Aprendizados/Medidas
As durações das atividades inicialmente especificadas no aplicativo não correspondem à realidade das equipes presentes, o que cria incômodos. Essas durações são voluntariamente diferentes do que se observa na prática para forçar a reflexão sobre soluções a trazer para superar essa dificuldade (uso de <i>buffer</i> , adequação das durações etc.).	É necessário recalibrar as durações em função das equipes presentes <i>Deve-se controlar o desempenho e medir a produtividade das equipes</i>
Notaram-se problemas de disposição do material (analogia com logística do canteiro de obras)	A orientação e a localização das peças são importantes. Deve-se <i>padronizar a disposição</i> e orientação do material em cada unidade

Fonte: Elaborado pelo autor

Outros aprendizados transmitidos aos alunos: Um bom planejamento é aquele que **respeita o que foi previsto**, minimizando as diferenças entre o previsto e o realizado – no aspecto de prazo e de fluxo de caixa.

3.2 Resultados

Pode-se observar que o jogo, além de comparar dois sistemas de gestão da produção e de planejamento, permite a assimilação de maneira simples de vários conceitos e ilustra as vantagens da LOB sobre o processo tradicional em situações de produção de unidades repetitivas.

O aplicativo ajudou consideravelmente a simulação do jogo didático, permitindo testar com flexibilidade e facilidade vários cenários diferentes, aumentando o alcance didático. Sem o cálculo automático das LOBs pelo aplicativo, a aplicação do jogo fica limitada, presa a uma ou duas configurações previamente calculadas.

4 CONCLUSÃO

A assimilação de conceitos e princípios de planejamento tradicional e dopensamento enxutosãode difícil assimilação por meio de estratégias convencionais de transmissão de teoria, o que dificulta a extrapolação de aplicações diretamente nos canteiros de obras. A proposta aqui desenvolvida possibilita uma maior assimilação de conceitos

relacionados à produção enxuta no ensino de graduação, como forma de incentivar implantações mais diretas em situações práticas.

O jogo aqui apresentado pode ser aprimorado de diversas formas. Por exemplo, criar uma terceira fase de jogo com outro empreendimento (casas diferentes e condomínio maior) e deixar os participantes em total autonomia. Assim se observará, ou não, se os alunos entenderam os conceitos de planejamento apresentados. Para estimular a competição entre equipes, deve-se estabelecer critérios concretos de classificação, tomando em conta o tempo efetivamente realizado para terminar o empreendimento e também aplicar algumas penalidades dependendo do não cumprimento do tempo previsto e da frequência de ocorrência de ociosidade das equipes no canteiro (simulando, por exemplo, multas contratuais existentes em situações reais).

Na versão atual do jogo, poucos elementos sobre a importância da logística do canteiro de obra são levados em conta (as peças a encaixar são dispostas no tabuleiro antes de começar a construção e os alunos têm liberdade para pensar em alguns aspectos logísticos). Também seria interessante incorporar às simulações mais elementos relacionados à logística, por exemplo, estratégias de fornecimento de material em locais que favoreçam o fluxo da produção.

REFERÊNCIAS

- ARDITI, D.; ALBULAK, M. Line-of-Balance Scheduling in Pavement Construction. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 112, n. 3, p. 411–424, 1986.
- ARDITI, D.; TOKDEMIR, O.; SUH, K. Challenges in Line-of-Balance Scheduling. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 6, p. 545–556, 2002.
- BÜCHMANN-SLORUP, R. **Criticality in Location-Based Management of Construction**. [s.l.] Department of Management Engineering, Technical University of Denmark, 2012.
- KENLEY, R.; SEPPÄNEN, O. **Location-Based Management System for Construction: Planning, Scheduling and Control**. [s.l.] Routledge, 2006.
- MENDES JUNIOR, R. **Programação da produção na construção de edifícios de múltiplos pavimentos**. [s.l.] Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico., 1999.
- MENDES JUNIOR, R.; VARGAS, C. L.; HEINECK, L. **Jogo de programação da construção de edifícios via internet**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENSINO DE ENGENHARIA. São Paulo: 1998
- MOURA, R.; HEINECK, LUIZ. **Linha de balanço – síntese dos princípios de produção enxuta aplicados à programação de obras**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Maceió, AL: 2014
- SACKS, R.; ESQUENAZI, A.; GOLDIN, M. LEAPCON: Simulation of Lean Construction of High-Rise Apartment Buildings. **Journal of Construction Engineering and Management (ASCE)**, v. 133, n. 7, p. 529–539, jul. 2007.
- SANTOS, D. et al. **O ensino de linha de balanço e variabilidade através de um jogo didático**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Foz de Iguaçu - Paraná - Brasil: 2002
- SHIM, E.; YOO, W. S.; NGOMA, D. **A Simulation Game for Construction Scheduling**. In: ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE PROCEEDINGS. Associated Schools of Construction, 2013
- VARGAS, C. L. et al. **Avaliação de produtividade e de perdas na construção civil: simulação utilizando modelo reduzido para demonstrar as vantagens do uso da linha de balanço na programação da obra e de inovações tecnológicas no canteiro**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO. Florianópolis: 1998a

SIBRAGEC - ELAGEC 2015– de 7 a 9 de Outubro –**SÃO CARLOS – SP**

VARGAS, C. L. et al. **Programação e controle de atividades repetitivas na execução de obras com modelo reduzido utilizando a técnica da linha de balanço**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. Niterói: 1998b

YANG, I.; IOANNOU, P. G. Scheduling system with focus on practical concerns in repetitive projects. **Construction Management and Economics**, v. 22, n. 6, p. 619–630, 1 jul. 2004.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

POTENCIAL DE REDUÇÃO DO PRAZO DE EMPREENDIMENTO ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE LINHA DE BALANÇO

CARDIM, Rafael Fleury (1); PICCHI, Flávio Augusto (2)

(1) Fortaleza Construções e Engenharia Ltda e mestrando do Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, FEC/UNICAMP, +55 62 4009-2555, e-mail: rcardim@gmail.com

(2) Professor Doutor - LAGERCON - DAC/FEC/UNICAMP e Vice Presidente - Lean Institute Brasil, +55 11 5571-0884, e-mail: fpicchi@lean.org.br

RESUMO

Atuando em um mercado sabidamente competitivo, algumas empresas construtoras têm buscado melhorias e inovações para se destacarem da concorrência. Nesse contexto, a aplicação dos princípios e ferramentas do *Lean Construction*, podem trazer para a indústria da construção os benefícios do STP. O objetivo deste artigo é fazer uma avaliação do potencial de redução do prazo de um empreendimento através da análise do gráfico de linha de balanço. Para elaboração do artigo foi realizado um estudo de caso em um empreendimento já entregue na cidade de Goiânia - Goiás. Ao final, mediante análise do gráfico de LOB e aplicação dos conceitos *Lean*, verifica-se a viabilidade de (i) redução significativa do prazo do empreendimento, (ii) redução das folgas, (iii) sincronização das atividades e (iv) redução no consumo de mão de obra.

Palavras-chave: *Lean Thinking, Lean Construction, Linha de Balanço*

ABSTRACT

Within a notoriously competitive market, some construction companies are constantly seeking improvements and innovations in order to distinguish themselves from their competitors. In that sense, the application of the Lean Construction's principles and tools has the potential to provide the benefits of TPS to the construction industry. The purpose of this paper, is to investigate the schedule reduction of an enterprise using the "Line of Balance" graph analysis. The paper analyses a case study that was delivered in Goiânia - Goiás. After having applied "lean" concepts and the LOB graph analysis, the paper concludes that it is viable to obtain (i) significant project schedule reductions, (ii) reduction of project's gaps, (iii) more synchronized activities as well as (iv) reduction of labor costs.

Key-words: *Lean Thinking, Lean Construction, Line of Balance*

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

Diante da realidade competitiva do mercado da construção civil, empresas do segmento buscam se destacar através da pesquisa e implementação de melhorias e inovações, sejam de natureza técnica ou gerencial, através de ferramentas e conceitos que permitam racionalizar custos, aumentar a produtividade e melhorar processos.

Baseada no Sistema Toyota de Produção (STP), idealizado por Ohno (1988), a filosofia *Lean Thinking* pode contribuir de forma significativa, pois tem como base a eliminação do desperdício ao longo do fluxo de valor, encurtando prazos (*lead times*), reduzindo custos e aumentando a qualidade do produto (WOMACK; JONES, 1998). Dessa forma, o *Lean Construction*, aplicação dos conceitos *Lean* na indústria da construção, vem conquistando cada vez mais o interesse de acadêmicos e profissionais do setor, que

enxergam o vasto campo de aplicação dos preceitos da filosofia *Lean* (BYGBALLE; SWÄRD, 2014).

Recentemente associados à aplicação de *Lean Construction*, os gráficos de Linha de Balanço, usados na indústria da construção civil desde a década de 80, auxiliam na avaliação e planejamento tático dos serviços (MOURA ET AL., 2014).

Assim, o objetivo deste artigo é fazer um estudo de caso do potencial de redução do prazo de duração de uma obra através da análise do gráfico da Linha de Balanço Consolidada de um empreendimento já executado, analisando possibilidades de redução de prazo de duração, antecipações de data de início e adequações na taxa de produção das atividades. As implicações e consequências de se colocar em prática as ideias discutidas no presente artigo, são tratadas nas Considerações Finais, assim como as recomendações para trabalhos futuros.

2 LEAN CONSTRUCTION E LINHA DE BALANÇO

A linha de balanço (LOB) é uma técnica de planejamento que exemplifica a metodologia de planejamento baseada em localização (*location-based*) (JONGELING; OLOFSSON, 2007). A LOB é um diagrama de quantidade-tempo e representa graficamente as atividades de um processo sequenciado através do tempo, considerando a natureza repetitiva das atividades. Através da LOB, pode-se inferir importantes informações de um planejamento, como: a) **qual** atividade será executada; b) **onde** essa atividade ocorre; c) **quando** será executada e, dependendo da forma como o gráfico é elaborado, d) **quem** é o responsável (ou equipe responsável) pela execução.

Moura et al. (2014), discutem que a Linha de Balanço é uma ferramenta apropriada para representar e fazer evidente a aplicação de alguns conceitos *Lean*, como: **a) integração dos planejamentos de curto, médio e longo prazo**, por permitir a visualização em um só gráfico de toda a produção distribuída no tempo; **b) nivelamento da produção**, diminuindo os estoques; **c) produção puxada**, ficando claro o conceito de a atividade sucessora puxar a produção da antecessora; **d) takt-time**, por facilitar a visualização do ritmo da produção; **e) sincronia**, que pode ser percebida comparando as inclinações das linhas de balanço que compõe o gráfico.

3 METODOLOGIA

Para a realização do presente estudo de caso, foi selecionado um empreendimento já executado na cidade de Goiânia - Goiás e entregue ao empreendedor no segundo semestre de 2014. O contrato celebrado entre o cliente e a construtora foi do tipo "Obra por Administração", com bonificação em função de metas de prazo e custo.

O empreendimento é composto por vinte e sete casas populares de aproximadamente 64 m², arruamento interno, área de lazer com churrasqueira e guarita para acesso de pedestres e veículos, tudo edificado em área de cinco mil metros quadrados. A casa por sua vez, é composta por dois quartos, sendo um suíte, banheiro social, cozinha, sala, área de serviço e garagem coberta.

Para permitir a visualização da distribuição das atividades ao longo do tempo e dos eventuais potenciais de redução de prazo para o empreendimento em questão, converteu-se o cronograma real da execução da obra, que já se encontrava concluída quando da elaboração deste trabalho, para um gráfico de linhas de balanço. Esse

planejamento compõe o Cenário 01 de análise, e passou a ser chamado de Linha de Balanço Consolidada (LOBC).

Na elaboração da LOBC, considerou-se somente o cronograma de execução das casas, que englobam atividades que possuem características de repetição. Não foram incluídas nessa análise as atividades relacionadas à área comum, como execução do arruamento interno, execução da área de lazer e churrasqueira, execução de infra estrutura elétrica e hidrossanitária, guarita e muros.

Outros 3 cenários foram estudados. No Cenário 02, buscou-se garantir a sincronização entre os serviços, fazendo tentativas para estabelecer a mesma taxa de produção de 5 casas / semana para todas as atividades. Após a adoção dessa premissa, foram feitos os ajustes necessários para obter o melhor aproveitamento das equipes. No Cenário 03, o objetivo foi usar a menor equipe possível para cada atividade de forma que todos os serviços fossem realizados dentro do mesmo prazo original do Cenário 01. Já no Cenário 04, buscou-se aproveitar as equipes existentes do Cenário 01 da forma mais racional possível.

Para a melhor compreensão das análises realizadas no presente estudo, fazem-se necessários os seguintes esclarecimentos: a) **tack-time** é o tempo disponível para produção dividido pela demanda do cliente (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003). Foi obtido dividindo-se o tempo de execução de cada atividade (considerando 5 dias de trabalho na semana) pela quantidade de casas; b) **tempo de ciclo**, é o tempo requerido para produzir uma parte ou completar um processo (LEAN INSTITUTE BRASIL, 2003). Informação repassada pela construtora. Para esse trabalho, este é igual à duração unitária, devido às unidades consideradas nas análises (dia/casa). O tempo de ciclo é limitado pelo recurso "crítico" ou "gargalo", e é fator limitante para o *tack-time*; c) a **quantidade de equipes** é obtida dividindo-se o tempo de ciclo (capacidade da equipe, medida em dia) pelo *tack-time*.

4 DESENVOLVIMENTO

A análise da possibilidade de redução do prazo da obra foi feita respeitando duas restrições:

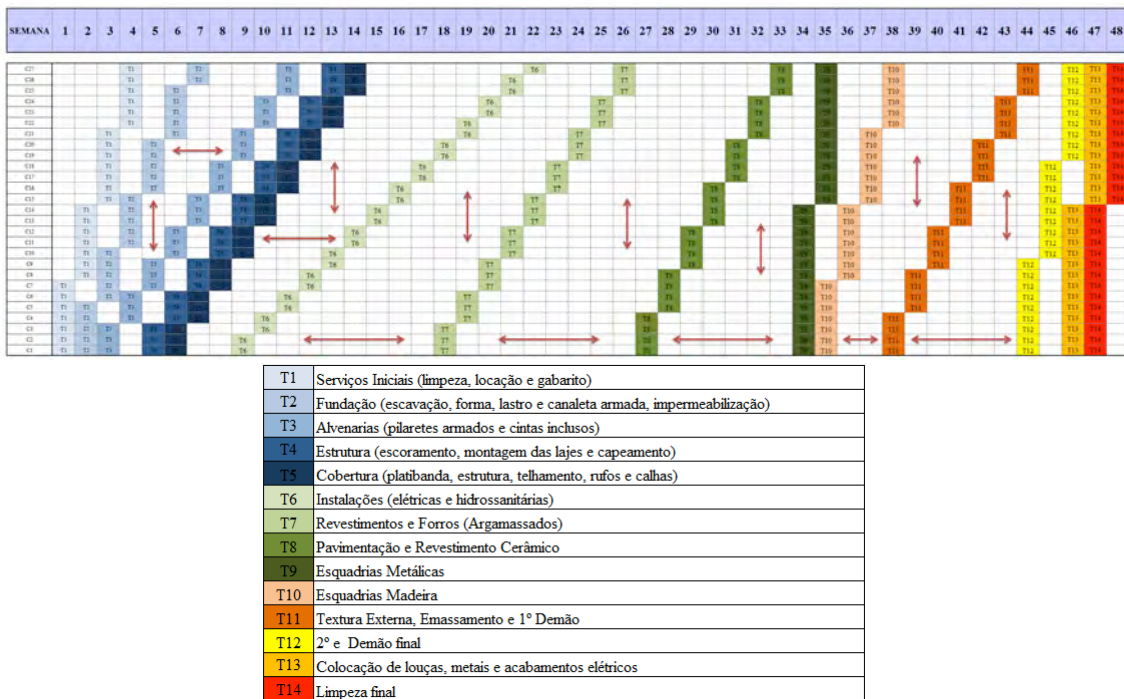
- a) Devido à limitação física de espaço na obra e da estrutura do canteiro de obras, qualquer avaliação de alteração da taxa de produção das atividades deve ser feita de forma a respeitar o número máximo de 50 funcionários operacionais trabalhando simultaneamente nas obras das casas;
- b) De forma a contar com uma margem de segurança em virtude do eventual não cumprimento das atividades dentro do prazo estabelecido, para a elaboração do histograma de mão de obra, deve-se considerar a permanência de toda a equipe necessária para a execução de determinado serviço do primeiro ao último dia do cronograma.

A segunda restrição tem como objetivo padronizar a permanência das equipes na obra, uma vez que com os dados existentes repassados pela construtora, é possível quantificar as equipes e definir as produtividades, mas não definir com exatidão sua permanência no canteiro. Assim, o histograma de mão de obra apresentado para a LOBC pode apresentar pequenas distorções com relação ao que foi praticado em relação à permanência da mão de obra.

5 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS

Durante a execução da obra, as tarefas foram agrupadas em "pacotes de serviço" e distribuídas às equipes, que acabaram funcionando como "células de trabalho". Estão representadas na LOBC os 14 pacotes de serviços definidos na obra, conforme pode ser visto na Figura 01.

Figura 01 – Linha de Balanço Consolidada e legenda (Cenário 01)



Fonte: do Autor

A LOBC apresenta oportunidades de redução do prazo de obra, o que pode ser confirmado através dos "pulmões" ou "folgas" entre as atividades, apontadas com setas vermelhas na Figura 01.

Especialmente entre o final da tarefa 5 e o início da tarefa 9, pode-se perceber grande espaço de tempo com poucas tarefas sendo executadas. O principal motivo dessa ocorrência foi a adequação ao fluxo de caixa do cliente - após o início da obra, o cliente optou por fazer algumas aquisições de custo representativo (compra de portas, louças, metais, vidros, pisos e revestimentos) com pagamento praticamente a vista, de forma a garantir bons descontos. Essa decisão, acabou por comprometer seu fluxo de caixa e o ritmo da obra precisou ser reduzido para que o grupo empreendedor recuperasse sua capacidade de investimento. Do tempo transcorrido entre T5-T9, 9 semanas foram comprometidas com a recomposição do fluxo de caixa, prazo esse que não pode ser contabilizado nas análises por não representar oportunidade de redução de prazo.

Outras folgas e diferentes taxas de produção entre as atividades podem ser percebidas, o que acaba por gerar uma produção não sincronizada e não nivelada e culmina com um prazo total de obra maior que o necessário se analisado do ponto de vista *lean*.

A seguir, as Tabelas 01 e 02, resumem, respectivamente: a) as equipes destinadas a cada atividade e o prazo de duração unitário verificado para cada tarefa; b) análises a partir

da LOBC (em função de sua natureza repetitiva, está sendo apresentada nessa tabela apenas parte das análises, para compreensão do leitor da metodologia utilizada).

A partir das análises dos dados da LOBC apresentadas na Tabela 02, foram feitas avaliações das atividades e das interações entre atividades (em função de aspectos técnicos referentes aos serviços ou aspectos referentes à gestão e planejamento do empreendimento).

Tabela 01 – Equipes da obra e prazos verificados para execução das tarefas

Tarefa	Profissional	Ajudante	Duração unitária (dia/casa)
1 - Serviços Iniciais	1	2	2
2 - Fundação	2	3	3
3 - Alvenarias	2	2	4
4 - Estrutura	2	1	2
5 - Cobertura	4	1	2
6 - Instalações (Eletro / Hidro)	2	2	2
7 - Revestimentos e Forros	3	1	5
8 - Pavimentação e Reves. Cerâmico	1	1	4
9 - Esquadrias Metálicas	1	1	1
10 - Esquadrias de Madeira	1	1	1
11 - Textura Ext., Preparação Pintura	2	1	3
12 - Pintura de Acabamento	1	1	1,5
13 - Louças, Metias Acabamentos	2	1	1
14 - Limpeza Final	-	3	0,5

Fonte: do Autor

Tabela 02 – Trecho das análises a partir da LOBC (Cenário 01)

Tarefa	Dados para LOB Consolidada							
	Atividade				Equipe			
	Início - semana	Término - semana	Duração - semana	Takt-time da Atividade - dia/casa	Tempo de Ciclo (capacidade de equipe) - dia	Qtd. equipe	Qtd. Equip e (arred)	Qtd. total funcionários
T1	1	4	4	0,74	2,00	2,70	3	9
T2	2	7	6	1,11	3,00	2,70	3	15
T3	3	11	9	1,67	4,00	2,40	3	12
T4	5	13	9	1,67	2,00	1,20	2	6

Fonte: do Autor

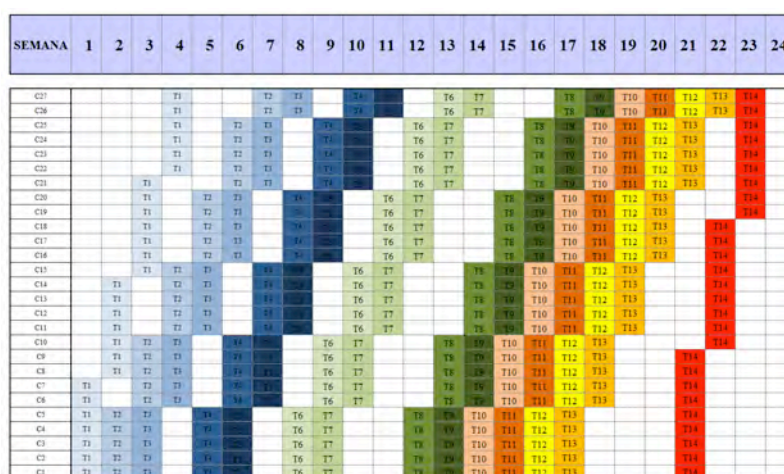
Para elaboração do Cenário 02, buscou-se estabelecer a mesma taxa de produção para as tarefas, redefinindo as equipes conforme a necessidade, repetindo restrições técnicas e de capacidade do canteiro e reduzindo as folgas existentes. O resultado pode ser visto na Tabela 03, que mostra os novos índices e o redimensionamento das equipes, e na Figura 02, que apresenta a LOB projetada para esse novo cenário. Foi possível estabelecer o mesmo *takt-time* para 12 das 14 atividades, criando fluxo, melhorando o balanceamento e sincronia. Os trabalhos acontecem de forma praticamente ininterrupta em cada uma das casas. As folgas entre as atividades, que podem ser interpretadas como desperdício uma vez que não geram valor do ponto de vista do cliente, foram reduzidas para o mínimo necessário, de forma a garantir "pulmões de segurança" e proteger a produção das incertezas e variabilidades (BALLARD; HOWELL, 2003).

Tabela 03 – Trecho dos dados LOB projetada (Cenário 02)

Tarefa	Dados para LOB Projetada							
	Atividade				Equipe			
	Início - semana	Término - semana	Duração - semana	Takt-time da Atividade - dia/casa	Tempo de Ciclo (capacidade de equipe) - dia	Qtd. equipe	Qtd. Equip e (arred)	Qtd. total funcionários
T1	1	4	4	0,74	2,00	2,70	3	9
T2	2	7	6	1,11	3,00	2,70	3	15
T3	3	8	6	1,11	4,00	3,60	4	16
T4	5	10	6	1,11	2,00	1,80	2	6

Fonte: do Autor

Figura 02 – LOB projetada (Cenário 02)



Fonte: do Autor

Caso não houvesse a restrição da quantidade de funcionários trabalhando simultaneamente no canteiro de obras, também seria possível adequar a atividade T1 para a mesma taxa de produção de 5 casas por semana. A atividade T14 permite uma taxa maior de produção com a apenas 1 equipe. Em uma outra análise, uma eventual

redução da equipe poderia fazer com que a atividade se adequasse à mesma taxa de 5 casas por semana, porém, a natureza do trabalho indica uma melhor produtividade quando a equipe é formada por 3 pessoas. Por isso, manteve-se a equipe de 3 funcionários e postergou-se o início da atividade. Das folgas existentes entre as datas de início das atividades da LOB Projetada da Figura 02, temos: a) folgas devido a necessidades técnicas (T3-T4, T7-T8); b) devido ao limite de 50 funcionários trabalhando simultaneamente (T5-T6); c) devido a características do serviço (T13-T14).

Benefícios também puderam ser identificados com relação ao consumo de mão de obra. Mesclando as informações da quantidade total de funcionários para cada tarefa e os gráficos de LOB, é possível estabelecer um histograma de permanência de mão de obra.

Para a LOBC foi elaborado um histograma que resultou em um consumo de 737 "homens x semana", enquanto que para a LOB projetada do Cenário 02, o consumo foi de 663 "homens x semana", representando uma redução de cerca de 11% no consumo de mão de obra. Houve também redução do prazo da obra das possíveis 39 (48 semanas menos as 9 semanas perdidas com adequação ao fluxo de caixa) para 23 semanas, ou aproximadamente 41%. Essa redução também gera impacto direto no custo administrativo do projeto. Também pela análise dos histogramas, pode-se perceber que o pico de funcionários trabalhando simultaneamente no canteiro aumentou, de 43 para 47, um incremento de quase 10%.

Assim, estudou-se os Cenários 03 e 04. Para o Cenário 03, o objetivo foi de usar a menor equipe possível para cada atividade de forma que todos os serviços fossem realizados dentro do prazo total de execução da obra, de 48 semanas. Já para o Cenário 04, o objetivo foi de aproveitar as equipes já locadas no projeto da maneira mais eficiente possível. A comparação entre os cenários pode ser vista na Tabela 04.

Tabela 04 – Comparação entre cenários

	Prazo da obra (semana)	Permanência M.O. (homem x semana)	Pico M.O. (homem)
Cenário 01 - LOBC	48*	737	43
Cenário 02 - LOB Projetada	23	663	47
Cenário 03 - LOB Projetada	48	634	41
Cenário 04 - LOB Projetada	35	737	47

*Nas análises deste capítulo, a título de comparação entre cenários, foi considerado o prazo possível de 39 semanas, já descontado a dilatação ocorrida em função do fluxo de caixa do cliente.

Fonte: do Autor

O Cenário 03 avaliado não apresenta reduções significativas nem de pico nem de permanência de mão de obra que justifiquem a dilatação do prazo de 23 para 48 semanas, quando comparado ao Cenário 02. Tal afirmação torna-se ainda mais relevante quando leva-se em consideração o potencial de redução de custo administrativo e de gestão da obra em função da redução do prazo. Já o Cenário 04, comprova as possibilidades de redução do prazo do empreendimento quando comparado ao Cenário 01, apenas racionalizando a utilização da mão de obra.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Toda a análise foi realizada de forma a reduzir as folgas do cronograma, o que reforça a necessidade do abastecimento constante e ininterrupto do canteiro e da integração e comprometimento da mão de obra. Aplicação do conceito de *just-in-time* e um relacionamento saudável com os fornecedores se tornam fundamentais para o sucesso do empreendimento. Aplicações de outras ferramentas *lean* (como *kanban*, 5S, etc.), podem ajudar na produção puxada, limpeza e organização do canteiro, produção com índices menores de erro, dentre outros benefícios, contribuindo para viabilizar o cumprimento do planejamento projetado.

Nesse trabalho não se avaliou as consequências do aumento das frentes de serviço em execução simultânea, que ocorre como decorrência da redução do *lead-time* e redução das folgas entre as atividades. Esse incremento das frentes simultâneas gera aumento de serviços de acompanhamento e fiscalização por parte da equipe administrativa e também aumenta a complexidade do abastecimento de materiais e serviços da obra. Esses assuntos podem ser explorados em trabalhos futuros.

O trabalho de revisão da LOBC do empreendimento foi feito de forma a buscar o nivelamento das taxas de produção das atividades. Durante esse processo, percebeu-se ociosidade de mão de obra em determinadas atividades na execução da obra estudada, reforçando a importância e potencialidade da avaliação realizada neste estudo, o que pode ser confirmado comparando os resultados dos Cenários 01 e 04 na Tabela 04 acima. Porém, para que a análise do Cenário 04 pudesse ser aplicada na prática, seria necessário que existissem no canteiro equipes multidisciplinares.

Por fim, reduzir o *lead-time* das atividades pode fazer com que se aumente o número de equipes trabalhando nas frentes de serviço. Quando isso ocorre, pode-se experimentar um efeito negativo que é a diminuição do número de vezes que a mesma equipe realiza o mesmo serviço. Com isso, perdem-se as vantagens decorrentes do "efeito aprendido". Esse trabalho também não levou em consideração essa possibilidade, ficando mais um ponto passível de ser explorado futuramente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLARD, G.; HOWELL, G. Lean project management. **Building Research & Information**. [S.l.], n.31, v.2, p. 119-133, 2003.

BYGBALLE, L.E.; SWÄRD, A. **Implementing Lean Construction - A Practice Perspective**. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction, 25-27 June 2014, Oslo, Norway.

JONGELING, R.; OLOFSSON, T. A method for planning of work-flow by combined use of location-based scheduling and 4D CAD. **Automation in Construction**, Netherlands: Elsevier Science B.V., n. 16. Issue 2. p. 189-198. March 2007.

LEAN INSTITUTE BRASIL. **Léxico Lean**: Glossário ilustrado para praticantes do pensamento lean. Trad. de Lean Institute Brasil. São Paulo: Lean Institute Brasil, 2003.

MOURA, R. D. S. L. M.; MONTEIRO, J. M. F.; HEINECK, L. F. M. **Line of Balance – Is It a Synthesis of Lean Production Principles as Applied to Site Programming of Works?**. 22nd Annual Conference of the International Group for Lean Construction. 25-27 June 2014, Oslo, Norway.

OHNO, T. **Toyota Production System**: beyond large-scale production. Cambridge, MA: Productivity Press, 1988.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

WOMACK, J. P.; JONES K. T. **A Mentalidade Enxuta nas Empresas**: elimine os desperdícios e crie riqueza. 5. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1998.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

DESARROLLO DE UN ÍNDICE PARA EL CONTROL DE AVANCE DE PROYECTOS DE CONTRUCCIÓN DE VIVIENDA DURANTE SU CICLO DE VIDA.

CABALLERO, Alberto (1); GARCÍA, Salvador (2); CREMADES, Lázaro (3)

(1) ITESM Campus Monterrey, +528183582000 ext. 5546, e-mail: acaballero@itesm.mx, (2) ITESM Campus Monterrey, e-mail: sgl@itesm.mx, (3) Universitat Politècnica de Catalunya (UPC), e-mail: lazaro.cremades@upc.edu

RESUMEN

El proceso de control de un proyecto de construcción que involucre el ciclo de vida integralmente es una tarea compleja. El control de un proyecto en función solamente de la ejecución de la obra es una versión limitada, ya que, el éxito de un proyecto depende de que todas las etapas de su ciclo de vida sean realizadas correctamente. Encontrar un índice para el control del proyecto que abarque todo su ciclo de vida es una tarea fácil, tiene una perspectiva multidimensional porque considera las etapas de diseño, construcción, ventas y satisfacción del cliente, donde cada una involucra actividades muy diversas. Este artículo desarrolla un índice de control de avance del proyecto, identifica los indicadores de desempeño en cada etapa del ciclo de vida y usa un modelo aditivo de pesos ponderados para integrar el modelo matemático, que permita conocer el avance del proyecto. Se utilizó el método Delphi para conocer los indicadores de desempeño que deben integrar el modelo, aplicándose en proyectos de construcción de vivienda. Este método de investigación podría ser utilizado para desarrollar el índice de control de cualquier proyecto de construcción y ser utilizado como método de comparación en empresas que gestionan múltiples proyectos.

Palabras clave: Control, Indicador de desempeño, Delphi, Modelo matemático

ABSTRACT

The control process of a construction project involving the whole lifecycle is a complex task. The control version of a project based only on the performance of the work is a limited version, because the success of a project depends on how stages of their life cycle are carried out correctly. Finding an index for the control of a project that covers its entire life cycle is not an easy task, as it has a multidimensional perspective that considers the stages of design, construction, sales and customer satisfaction, each of which involves a diverse activities. This paper develops an index of control advance of the project, by identifying performance indicators at each stage of the life cycle and using a weighted additive model pesos to integrate the mathematical model, which allows to know the progress of the project. The Delphi method was used to determine the performance indicators to be included in the model, applied in construction projects of housing. This research method could be used to develop the index control of any construction project and be used as a method of comparison in companies that manage multiple projects.

Keywords: Control, Performance indicator, Delphi, Mathematical Model.

1. INTRODUCCIÓN

El sistema productivo por proyecto es usado para fabricar productos únicos, tales como los relacionados con la industria de la construcción, cuya gestión le permite adaptarse a cualquier circunstancia que se pueda presentar (SERER, 2001). El control de proyectos ha sido ampliamente estudiado en muchos contextos, pero se ha enfocado en el control

de la ejecución, debido principalmente a que esto nos brindará la seguridad de que seguimos en el camino de terminar un proyecto exitosamente (DE WITT, 1988).

Durante el ciclo de vida del proyecto se realizan actividades únicas y específicas, las cuales se ven afectadas por múltiples factores que provocan desviaciones en la obtención del objetivo (CHENG, 2010). Estas actividades deben estar eslabonadas, integradas y orientadas a lograr los objetivos del proyecto.

Debido a que en cualquier momento del ciclo de vida pueden surgir desviaciones respecto a lo planeado y si cada etapa está organizada individualmente para lograr su objetivo particular, se pierde el enlace con el proyecto global, corriéndose el riesgo de no lograr el objetivo principal. De la misma manera que la estructura del proyecto es importante, es igualmente relevante el método de control. Puede construirse un modelo matemático, de manera que contenga los elementos de control para las actividades y que las integre mediante indicadores por etapa de su ciclo de vida, desde la planeación, donde se establecen éstas actividades, hasta el servicio posterior a la entrega, donde se cierra el proyecto.

El propósito de artículo consiste desarrollar un índice para el control de avance para proyectos de construcción que considere su ciclo de vida completo, desde su concepción hasta la entrega final y cierre. El índice integrará las actividades del proyecto en un modelo matemático para facilitar su gestión, utilizando para ello indicadores en cada una de las etapas del ciclo de vida, construido con los elementos de control de cada actividad para conocer el avance real del proyecto en cualquier momento durante su ejecución.

2. MARCO TEÓRICO.

2.1. El método de control.

Walter Shewart (1931) definió el término de control de un proceso como la capacidad de predecir su comportamiento futuro dentro de ciertos límites; cuando el proceso sale de estos límites, es una condición indeseable y por lo tanto se debe actuar inmediatamente para regresar el proceso a un estado de control; para que la decisión de actuación sea lo más inmediata posible, propuso el uso de gráficos de comportamiento del proceso que se lleven en el piso de producción y pueda identificarse un estado no deseable y posteriormente realizar las acciones correctivas.

Un sistema es definido como “un conjunto de partes que interactúan entre sí como un todo” y la gestión de un proyecto podría verse como un sistema (LEWIS 2007), también el objeto-producto de proyecto puede tratarse como un sistema (GOMEZ-SENENT; CAPUZ, 1999), en ambos casos, es importante resaltar el enfoque de sistemas como una visión alternativa, pero imprescindible para el correcto tratamiento de la gestión de los proyectos. Peter Checkland (2012) señaló cuatro conceptos clave para la adaptabilidad de un sistema: la jerarquía de sistemas, un proceso de comunicación que permita su retroalimentación, un número de procesos de control y las propiedades emergentes que definen el estado deseado. Estos cuatro conceptos ayudan a definir la adaptabilidad del sistema y poder aplicarlo a un proyecto permitirá lograr el estado deseado y por lo tanto asegurar al proyecto lograr su objetivo.

De acuerdo a lo señalado anteriormente, podemos inferir que el proyecto puede ser considerado como un sistema de una forma integral abarcando todo su ciclo de vida y que un sistema de control deberá ser parte del proyecto y estará estructurado

jerárquicamente con suficientes elementos de control para retroalimentar en la ejecución y así colaborar para el logro de los objetivos el proyecto.

2.2.El ciclo de vida del proyecto.

El ciclo de vida de un proyecto de construcción consta de tres fases: la fase Creativa, donde se concibe la idea del proyecto: se investiga la forma como será el objeto-producto del proyecto, hasta plasmar este producto en planos; la fase de Construcción, donde el proyecto se lleva a cabo, se obtiene el producto ya elaborado físicamente y listo para operar; y la fase de Explotación, que comprende desde la puesta en marcha o prueba iniciales, la entrega al cliente, la operación, servicio posterior a la entrega y la evaluación final o cierre del proyecto (GOMEZ-SENENT; CAPUZ, 1999).

Basado en el ciclo de vida del proyecto y para incluir la mejora en proyectos subsecuentes, debemos agregar una actividad que integre lo aprendido en un proyecto y pueda aplicarse posteriormente, de esta manera, se establezca un aprendizaje para la empresa. El modelo podrá representarse en forma circular, asegurando que se realizan actividades que generan conocimiento dentro de la organización y por lo tanto el beneficio del aprendizaje se observará al aplicarse en proyectos subsecuentes.

3. DESARROLLO DEL ÍNDICE PARA EL CONTROL DE PROYECTOS.

3.1. Indicadores de desempeño.

Un indicador es definido como una medida utilizada para cuantificar la eficiencia y/o eficacia de una actividad o proceso (HEREDIA, 2001), parte importante es su definición, ya que debe ser claramente establecido el propósito de la medición, es decir, cómo el indicador afectará el comportamiento de la empresa y deberá mantener la cualidad de ser fácil de entender.

Los estudios que se han realizado para controlar proyectos de construcción han utilizado indicadores de desempeño y enfocados en las etapas individuales del ciclo de vida del proyecto (ELDIN, 1989; CHAN y CHAN, 2004). En estos estudios se establecen indicadores tanto cuantitativos: planos, programas, presupuestos, tiempo de construcción, velocidad de construcción, variación del tiempo, costo; como cualitativos (calidad, funcionalidad, cumplimiento de las expectativas de los usuarios, satisfacción de los participantes, entre otros. Los indicadores analizados pueden ser usados para medir el trabajo realizado y establecer un método para medir el avance en tiempo real del proyecto, (ELDIN, 1989; LINet *al.*, 2011).

En este artículo se utilizarán indicadores de control de cada actividad del proyecto, para conocer el grado de cumplimiento de las actividades y mediante factores de contribución se integra en un modelo matemático que representa proyectos en todo su ciclo de vida.

3.2. Modelo de control.

Se propone un modelo integral para el control de un proyecto de construcción (Figura 1), considerando todas las etapas de su ciclo de vida, fundamentado en un sistema de indicadores que permiten, de una manera rápida, sencilla y confiable conocer su estado, así como, el avance durante su ciclo de vida, desde la etapa de diseño, siguiendo por la ejecución, operación, entrega, garantía y terminando con el cierre o satisfacción del cliente.

Una característica importante del modelo propuesto es que incorpora una cuarta etapa para el cierre del proyecto, en ella se establece la necesidad de revisar todos los indicadores de satisfacción del cliente interno y externo, el nivel de cumplimiento del programa y presupuesto, así como todos aquellos indicadores que tengan un impacto para la empresa y su entorno, tales como, la siniestralidad, el impacto ambiental, la ganancia neta y los que se consideren específicamente para cada proyecto de acuerdo a las políticas de la empresa. Esta cuarta etapa se debe ir evaluando durante el ciclo de vida del proyecto y no esperar hasta el final, de tal manera que permita ir haciendo modificaciones de mejora en el sitio de trabajo.

Figura 1. Etapas del modelo de control de proyectos.



Fuente: Desarrollo propio

3.3. Modelo matemático.

La modelación matemática del sistema de control (Ec. 1) consiste en obtener un **Índice de Avance del Proyecto (IAP)**, el cual está compuesto por los **Índices de avance parcial** de cada etapa (IP_i) multiplicadas por su **Factor de contribución** (FC_i).

$$IAP = FC_1 IP_1 + FC_2 IP_2 + FC_3 IP_3 + FC_4 IP_4 \quad (1)$$

Donde, IAP = Índice de Avance del Proyecto;

FC_1 = Factor de Contribución de la Etapa I: de Diseño/Ingeniería/Planeación;

IP_1 = Índice de Avance Parcial de la Etapa I: de Diseño/Ingeniería/Planeación;

FC_2 = Factor de Contribución de la Etapa II: Ejecución/Construcción;

IP_2 = Índice de Avance Parcial de la Etapa II: Ejecución/Construcción;

FC_3 = Factor de Contribución de la Etapa III: Venta/Entrega;

IP_3 = Índice de Avance Parcial de la Etapa III: Venta/Entrega;

FC_4 = Factor de Contribución de la Etapa IV: Satisfacción del cliente;

IP_4 = Índice de Avance Parcial de la Etapa IV: Satisfacción del cliente;

En cada etapa se construirá el Índice de avance parcial (IP_i) en función de los elementos de control de cada actividad del proyecto, de tal manera que, para cada etapa i tiene una ecuación (Ec. 2).

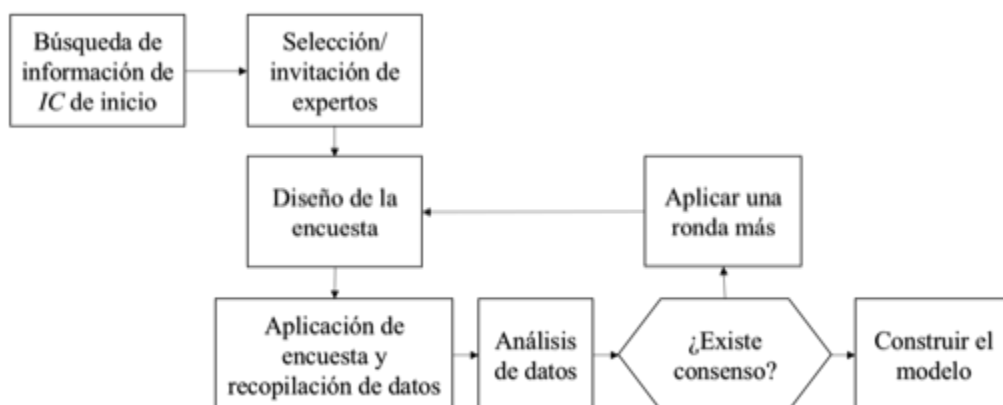
$$IP_i = \sum_{j=1}^{n_j} FC_{i,j} IC_{i,j} \quad (2)$$

Donde, IP_i = Índice de Avance Parcial de la Etapa i ;
 $FC_{i,j}$ = Factor de Contribución del Indicador i de la Etapa j ;
 $IC_{i,j}$ = Indicador de desempeño del elemento de control i de la Etapa j ;

4. EL MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La técnica Delphi ha sido usada ampliamente en la industria de la construcción para la obtención de información objetiva, mediante el consenso entre expertos de un tema. La selección de los expertos del tema de interés, la construcción de las preguntas y el análisis de sus respuestas es fundamental en la obtención de resultados confiables (SOURANI; SUHAIL, 2014). En la Figura 2 se muestra el procedimiento que se siguió en toda la etapa de investigación.

Figura 2. Procedimiento simplificado del Método Delphi.



Fuente: Desarrollo propio, adaptado de SOURANI; SUHAIL, 2014

Para la selección de expertos se solicitó que fueran profesionistas relacionados con la industria de la construcción (Ingenieros civiles, Arquitectos o Administradores), que tuvieran al menos 5 años de experiencia y que actualmente estuvieran colaborando en proyectos, ya sea como gerentes de obra, administrador o Director de proyecto. La invitación se realizó a expertos del sector vivienda en la zona noreste de México y asistieron a la primera sesión un total de 24 expertos, se realizaron dos rondas hasta que se llegó a consenso y 19 de ellos también participaron en tercera ronda realizada en una segunda sesión.

Tabla 1. Lista inicial de indicadores de control presentadas al panel de expertos.

Etapas del Proyecto	Indicadores de Control	Fuente
Etapas I. Diseño/Planeación	Proyecto arquitectónico. Ingeniería del proyecto. Elaboración del programa de obra. Elaboración del presupuesto	DE WITT 1988; ELDIN 1989; ELDIN 1991.
Etapas II. Ejecución/	Avance real del programa del proyecto Avance real del presupuesto del proyecto	ATKINSON 1999; CHAN y CHAN, 2004;

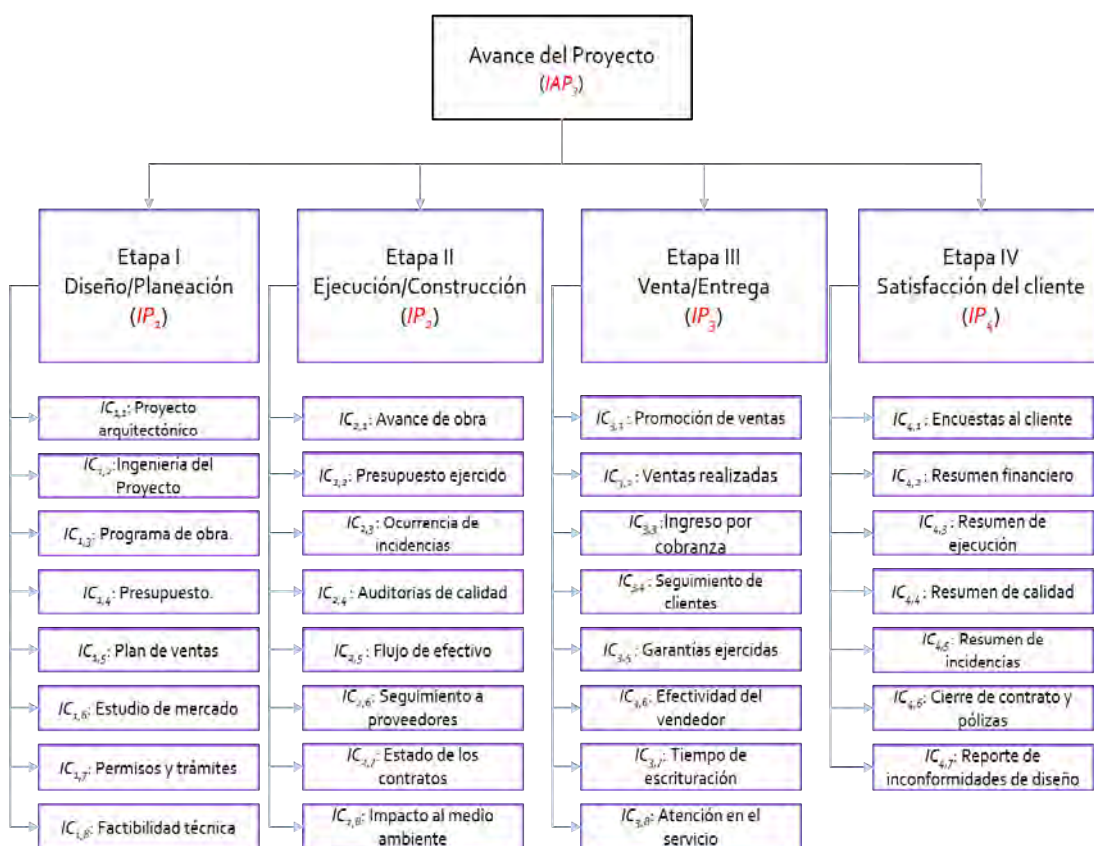
Construcción.	Reporte de Ocurrencia de incidencias Realización de Auditorías de calidad. Seguimiento al Flujo de efectivo.	HORTA <i>et al.</i> , 2010; GONGBO LIN y SHEN 2007; COSTA <i>et al.</i> , 2006
Etapa III. Venta/Entrega.	Promoción de venta ejercida. Ventas realizadas. Ingreso por cobranza. Seguimiento posventa a clientes. Garantías que se han hecho válidas.	GONGBO LIN y SHEN 2007; RAMOS, 2009
Etapa IV. Satisfacción del cliente.	Encuestas de satisfacción del cliente. Resumen de ejecución y financiero. Reporte final de calidad. Resumen final de incidencias.	CHAN;CHAN, 2004; GARZA, 2006

Fuente: Desarrollo propio

Se realizó una búsqueda de Indicadores de Control (IC) en la literatura, se hizo un resumen y los indicadores obtenidos, mostrados en la Tabla 1, se presentaron al grupo de expertos para validarlos, dándoles la libertad de agregar o eliminar cualquiera de ellos, en función de su validez para aplicarlo en proyectos de construcción de vivienda.

En la segunda ronda se reformuló el cuestionario, incluyendo sus aportaciones de la etapa anterior, se obtuvieron 31 Indicadores, 8 para cada una de las tres primeras etapas y 7 para la cuarta etapa, se presentaron al grupo y se les pidió que le asignaran a cada factor un valor de contribución al avance del proyecto. En la Figura 2 se muestran el esquema con los indicadores obtenidos.

Figura 2. Integración de los Índices de avance parcial por cada etapa del proyecto.



Fuente: Desarrollo propio

En la tercera ronda (segunda sesión), se presentó el resumen y análisis de la sesión anterior y se les pidió que, en función de los resultados mostrados, asignaran un valor de contribución al avance del proyecto a los factores de contribución de cada etapa (FC_i) y también a los factores de contribución de cada indicador de control ($FC_{i,j}$), se les presentaron los resultados, llegándose así a consenso.

5. APLICACIÓN EN LA CONSTRUCCIÓN DE VIVIENDA.

5.1. Integración del índice de avance del proyecto (IAP).

La Ec. 3, muestra el modelo matemático obtenido para calcular el avance del proyecto.

$$IAP = 27.21IP_1 + 30.16 IP_2 + 24.37 IP_3 + 18.26 IP_4 \quad (3)$$

El índice muestra el porcentaje de avance de un proyecto; idealmente, este valor puede ser 0% cuando se inicia un proyecto y 100% cuando se termina, pero al terminarse se puede tener valores diferentes en función del cumplimiento de los alcances establecidos al inicio del proyecto. Esta ecuación depende de los Índices parciales de cada etapa (IP_i)

5.2. Índices por cada etapa del proyecto

Se construyó también una ecuación para el avance de cada etapa del proyecto, el panel de expertos asignó un valor a cada factor de contribución por cada Indicador de control ($FC_{i,j}$). Los resultados se muestran en las Ecuaciones 4 a la 7. Su interpretación indica el valor que representa cada actividad y su aporte al avance de cada etapa del proyecto.

$$IP_1 = 11.0IC_{1,1} + 14.5IC_{1,2} + 11.2IC_{1,3} + 16.6IC_{1,4} + 9.8IC_{1,5} + 13.8IC_{1,6} + 10.8IC_{1,7} + 12.3IC_{1,8} \quad (4)$$

$$IP_2 = 20.6IC_{2,1} + 18.9IC_{2,2} + 7.3IC_{2,3} + 11.7IC_{2,4} + 14.8IC_{2,5} + 10.2IC_{2,6} + 10.5IC_{2,7} + 6.0IC_{2,8} \quad (5)$$

$$IP_3 = 11.3IC_{3,1} + 17.8IC_{3,2} + 16.7IC_{3,3} + 10.8IC_{3,4} + 8.4IC_{3,5} + 10.6IC_{3,6} + 14.8IC_{3,7} + 9.5IC_{3,8} \quad (6)$$

$$IP_4 = 16.1IC_{4,1} + 16.4IC_{4,2} + 13.0IC_{4,3} + 18.3IC_{4,4} + 11.1IC_{4,5} + 12.8IC_{4,6} + 12.3IC_{4,7} \quad (7)$$

Cada IP_i muestra el porcentaje de avance de cada etapa del proyecto, los valores que podrá tomar serán (0, 100), con las mismas consideraciones hechas en el IAP . Para conocer el avance real del proyecto, el supervisor actualizará el trabajo ejecutado del Indicador de Control de cada actividad del proyecto y el modelo matemático calcula los avances parciales de cada etapa, actualizando el avance del proyecto.

6. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN.

Podemos interpretar en el modelo obtenido, que los expertos consideraron que la etapa de Ejecución/Construcción es la que tiene mayor aporte, con el 30.16% al avance del proyecto, a pesar de ser la etapa que tiene un mayor valor, rompe con la forma tradicional de ver el avance de un proyecto solo a partir de su ejecución. La etapa de Diseño/Planeación contribuye el 27.21%, para los expertos, un proyecto exitoso va depender en gran medida de un buen diseño/planeación. La etapa de Venta/Entrega se consideró que aporta el 24.37%, esto indica que, para los expertos, el éxito depende del que el producto proyecto sea aceptado por el cliente. Finalmente, la etapa de Satisfacción del cliente/Cierre del proyecto completa el proyecto con un 18.26%, este porcentaje es el peso que se le da al cierre del proyecto, incluyendo la retroalimentación que el proyecto da a la empresa en cuento al desempeño.

Al estar actualizando las actividades en las que se está trabajando, podemos estar realizando trabajo en etapas diferentes, el Índice de Avance del Proyecto muestra el

avance global, incluyendo las contribuciones de lo realizado en de cada etapa. Se puede observar, que alestructurar el proyecto como un todo, desde su etapa inicial, hasta su cierre y que al modelarlo en una ecuación matemática podemos tener una visión global que nos ayude a tener el enfoque correcto durante todo el ciclo de vida.

El modelo matemático con los valores numéricos obtenidos es aplicable, solo para la población representada por los expertos consultados, pero se puede replicar para cualquier tipo proyecto y para una empresa o entidad de gobierno que realice múltiples proyectos, puede tener un método de comparación con información relevante para el avance y el estado de control de todos sus proyectos.

REFERENCIAS

- ATKINSON, R. Project management: cost, time and quality, two best guesses and a phenomenon, it's time to accept other success criteria. **International Journal of Project Management**. Vol. 17:6, pp. 337-342. 1999.
- CHAN, A.; CHAN, ADA. Key performance indicators for measuring construction success. **Benchmarking: An International Journal**. Vol. 11 No. 2, pp. 203-221. 2004.
- CHENG, M., PENG, H., Y CHEN, T., Estimate at completion for construction projects using evolutionary support vector machine inference model. **Automation in Construction** Vol. 19 pp. 619-629. 2010.
- CHECKLAND, P. Four conditions for serious systems thinking and action. **Systems Research and Behavioral Science Syst. Res.** Vol. 29 No. 5, 465–469. 2012.
- COSTA, D., FORMOSO, C., KAGIOGLOU, M., ALARCÓN, L. Y CALDAS, C., Benchmarking initiatives in the construction industry: lessons learned and improvement opportunities. **Journal of Management in Engineering**, Vol. 22, No. 4, No.4 pp.158–167. 2006.
- DE WITT, A. Measurement of project success. **Project Management**, Vol. 6 No 3, pp.164-170. 1988.
- ELDIN, N. Management of engineering/design phase. **Journal of Construction Engineering and Management**. Vol. 117:1, pp.163-175. 1991.
- ELDIN, N. Measurement of work progress: quantitative technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 115, No. 3, pp. 462-474.1989.
- GARZA, M. **Modelo de Indicadores de Calidad en el Ciclo de Vida de Proyectos Inmobiliarios**. Tesis (Doctorado en Ingeniería de Proyectos ETSEIB), UPC, Barcelona. 2006.
- GOMEZ-SENENT, E. y CAPUZ, S. **El Proyecto y su Dirección y Gestión: Ingeniería de Proyectos**. Universidad Politécnica de Valencia. Servicio de Publicaciones. Valencia Esp. 1999.
- GONGBO LIN, G. y SHEN, Q., Measuring the performance of value management studies in construction: critical review. **Journal of Management in Engineering**, Vol. 23, No. 1, 2007.
- HEREDIA, J. A. **Sistema de indicadores para la mejora y el control integrado de la calidad de los procesos**. Publicaciones de la Universitat Jaume I, Castellón Esp. 2001.
- HORTA, I.; CAMANHO, A.; y MOREIRA, J. Performance assessment of construction companies integrating key performance indicators and data envelopment analysis. **Journal of Construction Engineering and Management**, Vol. 136:5, pp-581-594. 2010.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – **SÃO CARLOS – SP**

LEWIS, J. P. **Mastering Project Management**: Applying Advanced Concepts to Systems Thinking, Control & Evaluation, Resource Allocation. McGraw-Hill. Segunda Edición. USA 2007

LIN, G.; QIPING SHEN, G.; SUN, M.; KELLY, J. Identification of key performance indicators for measuring the performance of value management studies in construction. **Journal of Construction Engineering and Management**. Vol. 137:3, pp. 698-706. 2011.

RAMOS, M. A. **Modelo de Gestión Integral de Proyectos de Construcción de Vivienda en México**. Tesis (Doctorado en Ingeniería de Proyectos ETSEIB) - Universitat Politècnica de Catalunya. Barcelona. 2011

SERER, M. **Gestión Integrada de Proyectos**. Ediciones Universitat Politècnica de Catalunya UPC. Barcelona Esp. 2001

SHEWART, W. **Economic Control of Quality of Manufactured Product**. 1931, Quality Press ASQ. Edición de 50 Aniversario, USA 1980

SOURANI, A.; SOHAIL, M. The Delphi Method: Review and use in construction management research. **International Journal of Construction Education and Research**. 00:1-23. 2014.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

IMPLEMENTACIÓN DE UN SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN CON ÉNFASIS EN CALIDAD Y MEDIO AMBIENTE

**MEDINA, Liliana (1); PEREIRA, Ruth (2); BOGADO GONZALEZ MAYA,
Jorge (3)**

(1) Universidad Nacional de Itapúa, +595 975177233, e-mail: medinavenialgo@gmail.com (2) Universidad Nacional de Itapúa, e-mail: ruthpereiraing@gmail.com (3) Universidad Nacional de Itapúa, e-mail: jorgegmaya@gmail.com

RESUMEN

Los emprendimientos de la construcción están tomando cada vez más protagonismo en el desarrollo del país, según resalta el Banco Central del Paraguay, es la actividad que más aporta al crecimiento de la economía nacional siendo las obras del sector privado las que más contribuyen al crecimiento.

A través del presente trabajo se buscó contribuir con las empresas constructoras de modo a que las mismas enfoquen su gestión de manera a otorgar calidad en los productos y servicios ofrecidos, obteniendo la satisfacción de los clientes y preservar el medio ambiente.

Por medio de la implementación de un Sistema Integrado de Gestión se logró la estandarización de los procesos tanto técnicos como administrativos tomando como metodología el Ciclo de Mejora Continua, mediante esta herramienta se logró la planificación e implementación de los procedimientos requeridos por las Normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004 obteniendo como resultado la unificación de documentos, un mejor control de la organización sobre las actividades y procesos, mayor participación de todo el personal de la empresa lo cual contribuyó al logro de una gestión más eficiente.

Palabras-claves: Sistema Integrado de Gestión, Calidad, Medio Ambiente, Construcción.

ABSTRACT

The construction projects are taking an increasingly prominent role in the development of the country, highlights the Central Bank of Paraguay, it is the activity that contributes most to the growth of the national economy, where the private sector works are the major contributors to growth. Through this study, was sought to contribute to construction companies, so they can focus their management to provide quality on the products and services they deliver, obtaining the customer satisfaction and preserving the environment.

Through the implementation of an Integrated Management System, the standardization of both technical and administrative processes were managed with the methodology of Continuous Improvement Cycle, with this tool, the planning and implementation of the procedures required by ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004 were achieved, getting as result the unification of documents, a better control of the organization on the activities and processes. greater participation of all staff of the company, which contributed to achieving more efficient management.

Keywords: Construction, Company, Quality, Environment, Integrated Management System.

1 INTRODUCCIÓN

En el mundo competitivo de hoy día, las empresas constructoras están llamadas a otorgar calidad en los productos y servicios ofrecidos, obtener la satisfacción de los clientes, preservar el medio ambiente, utilizar correctamente los recursos ambientales y garantizar la seguridad y salud de sus trabajadores.

Uno de los fines principales de toda empresa privada es la de ser estable y generar ganancias, esto será viable en la medida que la organización logre vender sus productos y/o servicios, es por ello que los directivos deben orientar sus actividades de manera a lograrlo.

Con la utilización de Sistemas Integrados de Gestión (SIG) se busca por un lado posicionar a la organización dándole prestigio por la eficiencia del trabajo, así como también controlar los diferentes procesos que comprenden la actividad realizada por la organización.

Los emprendimientos constructivos favorecen al desarrollo del país y la ciudad de Encarnación, Paraguay toma cada vez mayor protagonismo. La misma, como consecuencia del embalse de la represa de Yacyreta se encuentra atravesando por un proceso de cambio convirtiéndose en un polo de desarrollo por lo cual se generan nuevas oportunidades laborales, es por ello que con el presente trabajo se busca otorgar a las empresas constructoras encarnacenas una herramienta que las ayude a ganar espacio dentro del mercado y de esta forma estar en igualdad de condiciones con otras empresas del país que cuenten con sistemas de gestión.

Por lo anterior expuesto se estableció como objetivo general del trabajo:

- Describir las herramientas, acciones y los procesos necesarios para desarrollar e implementar un Sistema de Gestión de Calidad bajo las Normas ISO 9.001 y de Gestión Ambiental ISO 14.001 en una empresa constructora de la ciudad de Encarnación.

2 METODOLOGIA

La implementación del Sistema Integrado de Gestión tuvo lugar en una empresa constructora encarnacena. La misma fue creada en el año 2010, es una empresa dedicada a construcciones en general de todo tipo de obras, elaboración de proyectos arquitectónicos y de ingeniería, maquetas, asesoramientos y fiscalizaciones de obra, replanteo y modificaciones de planos, prestación de servicios y emprendimientos de bienes raíces.

Antes de planificar la implementación del Sistema Integrado de Gestión, fue necesario realizar un análisis de documentos bibliográficos, interiorizarnos sobre las normas a utilizar, las ventajas y desventajas de los sistemas integrados de gestión así como también las barreras con las que nos encontraríamos y de esta forma escoger la estrategia adecuada lo que llevó a lograr la meta propuesta.

La investigación estuvo formado por dos equipos de trabajo encargados de la implementación de Sistema Integrado de Gestión, el equipo 1: Sistema Integrado de Gestión con Énfasis en Calidad y Medio Ambiente basado en las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004 respectivamente, equipo 2: Sistema de Gestión de Seguridad y Salud Ocupacional basado en la norma OHSAS 18001:2007, ambos equipos tuvieron una participación activa, la cual contribuyó al hallazgo de los aspectos positivos y negativos en las diferentes actividades realizadas en la empresa.

Debido a que el Sistema de Gestión de Calidad y Sistema de Gestión Ambiental presentan requisitos comunes que permiten ser integrados a efectos de facilitar su funcionamiento se procedió al estudio de la tabla de correspondencia entre las normas de manera a conocer los requisitos e identificar los procesos necesarios. El proceso de integración de los Sistemas de Gestión de las normas ISO 9001:2008 con la norma ISO 14001:2004 estuvo basado en el ciclo PHVA por ser este método de probada eficacia y rentabilidad, además de facilitar el desarrollo de un proyecto de integración de sistemas. A continuación se expone en qué consiste el ciclo PHVA:

Figura 1 - Ciclo PHVA



Fuente: Lluís Cuatrecasas (2010)

Los investigadores a través de la utilización de la norma **UNE 66177:2005. Sistemas de Gestión. Guía para la integración de los Sistemas de Gestión**, determinaron el método de implementación dando como resultado el **Método Básico** el cual resulta muy rentable, obteniéndose resultados importantes a corto plazo. Al implementar este método se consiguió:

- Integrar las políticas de cada sistema de gestión en una política única de sistema integrado de gestión.
- Integrar en un único Manual de Gestión la documentación de los sistemas de gestión que se aplican.
- Definir las responsabilidades y funciones del personal relacionado con los procesos críticos para la gestión de la calidad o gestión ambiental del producto o servicio.
- Integrar la gestión de algunos procesos organizativos comunes.
- Integrar también la documentación de estos procesos.

Una vez definido el modo de integración se siguieron las siguientes etapas requeridas para desarrollar e implementar un Sistema Integrado de Gestión:

Tabla 1. Etapas para la implementación del Sistema Integrado de Gestión

Etapas	Definición
1°	Análisis de la situación actual.
2°	Capacitación previa a la implementación.
3°	Elaboración del Manual del Sistema Integrado de Gestión, Manual de Procedimientos e instrucciones técnicas y Registros.
4°	Capacitación para la implementación del Sistema Integrado de Gestión.
5°	Implementación del Sistema Integrado de Gestión.
6°	Auditoría Interna

Fuente: Elaboración Propia

Durante el análisis de la situación actual, los investigadores a través de observaciones llevadas a cabo en una obra que la empresa se encontraba ejecutando tuvieron el primer contacto con la forma de trabajo en obra de la empresa. Se pudo observar el sistema de

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – SÃO CARLOS – SP

trabajo de los diferentes rubros como ser plomería, electricidad, albañilería, colocación de cielorraso, etc., dialogándose con los diferentes contratistas acerca de los años que llevan trabajando para la empresa, experiencias en el rubro, sistema utilizado para realizar el pedido de materiales, herramientas o equipos empleados, capacitaciones a sus empleados, entre otros cuestionamientos. Seguidamente los investigadores tuvieron la oportunidad de conocer la oficina administrativa de la empresa en estudio, donde se pudo apreciar las diferentes actividades desarrolladas por los funcionarios.

A través de entrevistas, observaciones, revisión de documentos y charlas los investigadores realizaron un análisis del contexto que permitió conocer la situación de partida logrando identificar y analizar las características actuales en la que se encontraba la empresa en estudio dando como resultado las fortalezas y debilidades, datos que ayudaron a determinar la estrategia para la implementación del Sistema Integrado de Gestión.

Seguidamente, de manera a proporcionar una descripción apropiada del Sistema Integrado Gestión y queden definidas las metas, responsabilidades y la forma de llevar a cabo las actividades, se procedió a la elaboración de la documentación de los procedimientos e instrucciones técnicas de manera a buscar mantener el proceso bajo condiciones controladas.

La documentación quedó estructurada de la siguiente forma:

- Manual del SIG
- Procedimientos e instrucciones técnicas
- Registros

Para la elaboración del Manual del SIG se tuvo en cuenta los puntos comunes y no comunes requeridos por las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004, en dicho manual quedó definida la política, el organigrama, los objetivos de la empresa, así como también el alcance y las exclusiones realizadas según los requisitos de las normas, éste sirve de guía para la empresa en las cuales se indican las pautas y pasos a seguir para la correcta gestión. En el manual de procedimientos e instrucciones de técnicas quedó definido cómo y quiénes desarrollan las actividades, este manual cumple un papel importantísimo dentro de la empresa debido a que a través del uso del mismo se logra la normalización de las operaciones, es decir describe la secuencia de acciones a seguir para la realización de determinados trabajos, lo cual otorga a la empresa mayor eficiencia y eficacia a la hora de realizar sus trabajos, repercutiendo en la obtención de resultados. Así también a través de los registros generados, mediante la aplicación de los procedimientos, se obtiene la documentación necesaria que sirve para la evaluación del sistema y de esta manera cumplir con el ciclo de mejora continua.

Según Serpell (1993), "se debe incorporar a todo el personal a un programa de capacitación y educación sobre los conceptos generales de la gestión de calidad total. Es por ello que para asegurar el éxito de la implementación del Sistema Integrado de Gestión se realizaron sesiones de capacitación al personal de modo a alcanzar los objetivos establecidos".

A través de estas capacitaciones se buscó lograr que las personas despejaran dudas que tenían acerca del manejo de la documentación y de los controles a tener en cuenta con el fin de hacer más eficientes los procesos.

A continuación se expone la estructura de capacitación:

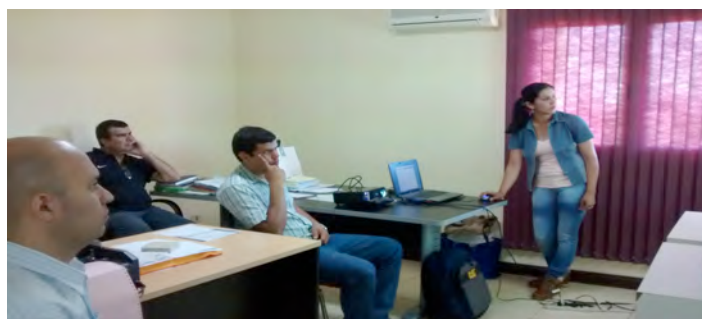
Tabla 2. Estructura de Capacitación

Nº Capacitación	Tema
1º	Definiciones básicas del Sistema Integrado de Gestión. Política. Objetivos. Misión. Visión. Valores. Estructura organizacional.
2º	Sección 4: Requisitos Generales. Sección 5: Responsabilidad de la dirección. Manual de procedimientos respectivos.
3º	Sección 6: Gestión de Recursos. Sección 7: Realización del Producto. Sección 8: Medición, seguimiento y mejora. Manual de procedimientos respectivos

Fuente. Elaboración Propia

Dichas capacitaciones contribuyó además de lo expuesto anteriormente, a realizar modificaciones dentro del manual de procedimientos gracias a los aportes brindados por los participantes, los cuales a través de sus experiencias anteriores sugirieron pautas a tener en cuenta de manera a cubrir todos los aspectos posibles a la hora de llevar a cabo los procedimientos.

Figura 2. Charla de capacitación en la empresa



Fuente: Propia

Una vez creada, desarrollada, documentada y realizada las capacitaciones antes mencionadas se inició la etapa implementación, en donde se puso en marcha todo el sistema. En esta etapa el personal desarrolló sus actividades aplicando los procedimientos propuestos a través de las herramientas otorgadas por los investigadores a la empresa.

Según la ISO 9001:2008 se deben realizar auditorías para determinar el grado en que se han alcanzado los requisitos del sistema de gestión. Los hallazgos de las auditorías se utilizan para evaluar la eficacia del sistema y para identificar las oportunidades de mejora, ésta actividad no se llevó a cabo debido a que aún no se cumple el periodo establecido para el mismo según indica el cronograma de implementación.

3 RESULTADOS

La empresa constructora en el año 2013 realizó un proceso de modernización, incluyendo la implementación de un sistema de gestión basado en el Cuadro de Mando Integral; en el 2014 implementó el Sistema de Seguridad y Salud en la construcción y en el 2015 adoptó un Sistema Integrado de Gestión con énfasis en Gestión de Calidad y Medio Ambiente. En las etapas iniciales se logró realizar el Manual de Organización y Funciones de la Empresa Constructora y el Manual de Seguridad y Salud Ocupacional

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – SÃO CARLOS – SP

que fue de gran utilidad para la implementación del Sistema Integrado de Gestión por su aporte en varios datos elementales. Posterior al estudio de ambos manuales los investigadores creyeron necesaria la creación de un Departamento de Sistema Integrado de Gestión y un Jefe del mismo; este departamento reemplazó al Departamento de Calidad y RR.HH con la que contaba la empresa, motivo por el cual se realizaron cambios de la estructura organizacional de la empresa. El establecimiento de un organigrama adecuado es de vital importancia para realizar las gestiones en forma y la distribución de responsabilidades para los requisitos que implican las normas estudiadas.

Los socios gerentes notaron que a través de la elaboración del Manual Integrado de Gestión, la definición de la política integrada y sus objetivos se logró que la organización entendiera que su primordial función es la satisfacción del cliente mediante el cumplimiento de las especificaciones técnicas, requisitos legales y reglamentarios exigidos por la normativa de la construcción y el cuidado del medio ambiente.

A través del Manual de Procedimientos del Sistema Integrado de Gestión se logró el esclarecimiento de responsabilidades y la eficiencia de sus procesos mejorando la calidad del servicio que ofrecen y preservando el medio ambiente, la satisfacción de los clientes, mejor comunicación entre la empresa y clientes entre otros.

Por último se demostró que es posible crear un Sistema Integrado de Gestión eficiente, claro y conciso, con la posibilidad de aplicación a otra empresa constructora dedicada a obra civiles, pues el sistema es dinámico está constantemente dispuesto a cambios para adaptarse de manera a las necesidades de las personas y organizaciones.

A continuación se expone un resumen de como quedaron definidos los procedimientos con sus respectivos registros e instrucciones técnicas.

Tabla 3. Procedimientos e instrucciones técnicas

Nº	Procedimientos.	Código	Registro	Instr. Técnicas
1	Procedimiento Control de documentos	IN-MP-4.2.3	1	
2	Procedimiento Control de Registros	IN-MP-4.2.4	2	
3	Procedimiento Aspectos Ambientales	IN-MP-4.3.1	3-3.1	
4	Procedimiento Requisitos Legales y Otros Requisitos	IN-MP-4.3.2	4	
5	Procedimiento Objetivos, metas y programas	IN-MP-4.3.3		
6	Procedimiento Control Operacional	IN-MP-4.4.2		1,2,3,4,5
7	Procedimiento Respuesta y Plan de Emergencia	IN-MP-4.4.3		
8	Procedimiento Seguimiento y Medición	IN-MP-4.5.1		
9	Procedimiento Evaluación de requisitos legales	IN-MP-4.5.2		
10	Procedimiento Compromiso de la dirección	IN-MP-5.1		
11	Procedimiento Enfoque al Cliente	IN-MP-5.2	5,6,7,8,9	
13	Procedimiento Política de Gestión Integrada	IN-MP-5.3		
14	Procedimiento Revisión por la dirección	IN-MP-5.5	10	
15	Procedimiento Formación y toma de conciencia	IN-MP-6.5	11,12,13,14	

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – **SÃO CARLOS – SP**

N°	Procedimientos.	Código	Registro	Instr. Técnicas
16	Procedimiento Auditorías internas	IN-MP-8.2.2	15,16	
17	Procedimiento Control del Producto No conforme	IN-MP-8.3	17	
18	Procedimiento Acción Correctiva y Preventiva	IN-MP-8.5	18,19,20	

Fuente. Elaboración Propia

El proceso de implementación del Sistema Integrado de Gestión realizado por las investigadoras para este tipo empresa y tamaño tuvo una duración de 5 meses (marcados en rojo), las casillas marcadas en verde indican el periodo en el que la empresa pone en marcha el sistema antes de la primera auditoría que será nuevamente llevada a cabo por el equipo investigador con el objeto de detectar las fallas, realizar revisiones para evaluar la eficacia del sistema para la posterior aplicación de acciones correctivas y preventivas en caso requerido. A continuación se expone el cronograma físico de implementación.

Tabla 4. - Cronograma Físico

Etapas para la implementación del SIG		Duración en meses												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
1°	Análisis de la Situación Actual de la Empresa													
2°	Capacitación Previa a la Implantación													
3°	Elaboración de Manual del Sistema Integrado de Gestión Manual de Procedimientos, Instrucciones técnicas, Registros.													
4°	Capacitación para la aplicación de los documentos elaborados													
5°	Implementación													
6°	Primera Auditoria Interna													
7°	Acciones Correctivas y Preventivas													

Fuente: Elaboración propia

Los investigadores presentan el siguiente presupuesto (Tabla 5) detallando las etapas consideradas para la implementación del Sistema Integrado de Gestión con el precio generado.

Tabla 5- Presupuesto de implementación del SIG

Etapas para la implementación		Precio por Mes	Precio Total (precio por mes * cantidad de meses a emplear)
1°	Análisis de la Situación Actual de la Empresa	\$1.000	\$1.000
2°	Capacitación Previa a la Implantación	\$1.000	\$1.000
3°	Elaboración de Manual del Sistema Integrado de Gestión, Manual de Procedimientos, Instrucciones Técnicas y Registros.	\$1.000	\$3.000
4°	Capacitación para la Implementación del Sistema Integrado de Gestión	\$1.000	\$1.000
5°	Implementación del Sistema Integrado de Gestión	\$1.000	\$1.000
6°	Primera Auditoría Interna	\$1.000	\$1.000
7°	Acciones Correctivas y Preventivas	\$1.000	\$1.000
Precio Total			\$9.000

Fuente: Elaboración Propia

4 CONCLUSIONES

Los investigadores creyeron de gran aporte el trabajo debido a que se logró la unificación de los procedimientos requeridos por las normas ISO 9001:2008 e ISO 14001:2004, se obtuvo un mejor control de la organización sobre las actividades y procesos realizados, se logró menos duplicación de documentos, se pusieron en práctica los procedimientos para mitigar los impactos ambientales negativos y de esta manera la empresa obtuvo una gestión más eficiente.

Mediante la disponibilidad de recursos e información necesarios para la eficaz operación de la organización, se consiguió un mejor control de las acciones correctivas y preventivas en los procesos constructivos y administrativos. Si bien la elaboración de las documentaciones del Sistema Integrado de Gestión resultó algo tedioso los socios gerentes comprendieron que la utilización de éstos entrega sus primeros frutos a corto tiempo.

Se manifestó así también una importante preocupación por la gestión de los residuos, cuidado de los recursos naturales y minimización de impactos ambientales negativos producidos durante las actividades constructivas.

Como resultados de los sistemas, ya implementados en la empresa, se puede señalar que la empresa constructora se está posicionando en un nivel superior a la media en la ciudad de Encarnación y, porque no decirlo, en el propio departamento de Itapúa. La empresa de esta forma está logrando mejorar su imagen frente a sus clientes, obteniendo así la fiabilidad de la empresa en el cumplimiento de sus requisitos como también frente a la comunidad y a su propio personal.

5 REFERENCIAS

CUATRECASAS, Ll.; **Gestión Integral de la Calidad, Implantación, control y certificación.** Barcelona, 2010. 65p.

NORMA INTERNACIONAL ISO 9001:2008. Sistema de gestión de la calidad – Requisitos.

NORMA INTERNACIONAL ISO 14001:2004. Sistema de gestión ambiental – Requisitos con orientación para su uso.

NORMA ESPAÑOLA UNE 66177:2005. Sistema de gestión. Guía para la integración de los sistemas de gestión.

SERPELL BLEY, Alfredo. **Administración de operaciones de construcción.** Santiago de Chile, 1993. 271p.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

**Gestão da Cadeia de Suprimentos e Logística / Gestión de la Cadena de
Suministros y Logística**



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

OS PAPÉIS QUE DIFERENCIAM ÀS EMPRESAS EXECUTORAS DE SERVIÇOS DE OBRAS

OVIEDO HAITO, Ricardo Juan José (1); CARDOSO, Francisco Ferreira (2)

(1) Departamento de Construção civil – PCC, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo – EPUSP, e-mail: mltca1@yahoo.com (2) PCC, EPUSP, e-mail: francisco.cardoso@poli.usp.br

RESUMO

A participação na produção das empresas executoras de serviços de obras (EES), também conhecidas como subempreiteiras ou em alguns casos empresas de execução especializada de serviços de obras, é expressiva. Tal participação, que em alguns casos representa até 90% da mão de obra empregada, é mostra da sua importância sistêmica no setor da construção civil. Elas desempenham distintas tarefas, desde serviços de paisagismo até a instalação de sistemas eletromecânicos, por exemplo. Não obstante as características das EES serem objeto de estudos nos últimos 30 anos, pouco se sabe sobre como os papéis que estas desempenham no processo de produção das obras afetam suas relações com outros agentes da construção. Um dos aspectos de tais relações diz com respeito à forma como as EES são contratadas. O objetivo deste artigo é discutir os papéis das empresas executoras de serviços de obras e alguns impactos na sua contratação. Para tanto, dados documentais e de entrevistas em empresas de Brasil e Espanha foram coletados e comparados os sistemas de produção identificados tanto na literatura quanto nas empresas estudadas. Como resultado foi elaborado um quadro contendo as características que diferenciam os papéis identificados nas EES, em função de seus sistemas de produção. Conclui-se que tais papéis apresentam diversos impactos em tais sistemas. Para melhor explorar o resultado potencial das EES no processo de produção das obras, a sua contratação deve ser diferenciada, tanto por serviço de obra, como pelo papel que a EES irá nela desempenhar. Estas diferenças evidenciam que os serviços das EES não são commodities, distinguindo as EES inclusive em um mesmo tipo de serviço de obras.

Palavras-chave: Empresas executoras de serviços de obras, Subempreiteiras, Papel, Sistema de produção, Construção civil.

ABSTRACT

The participation in the production of trade contractors (TC), also known as subcontractors, or in some cases specialty contractors, is significant. Such participation, which in some cases is up to 90% of the workforce, shows its systemic importance in the construction sector. They perform different tasks, from landscaping services to installation of electromechanical systems, for example. Despite the characteristics of TC are subject of studies over the last 30 years, little is known about the roles they play in the production process affect its relations with other construction agents. One aspect of such relationships say with respect to how TC are hired. The purpose of this article is to discuss the roles of trade contractors and some impacts on contracting them. Therefore, documentary and interview data in Brazil and Spain directory were collected and compared the identified production systems both in literature and in the companies studied. As a result, a table containing the features that differentiate the roles identified in TC was elaborated, based on their production systems. The conclusion is that such roles have different impacts on such systems. To better exploit the potential outcome of the TC in the production process, their contracting must be distinguished both by the building trade and by the role that the TC will play in production process. These differences show that the services of TC are not commodities, distinguishing the TC including the same type of building trade.

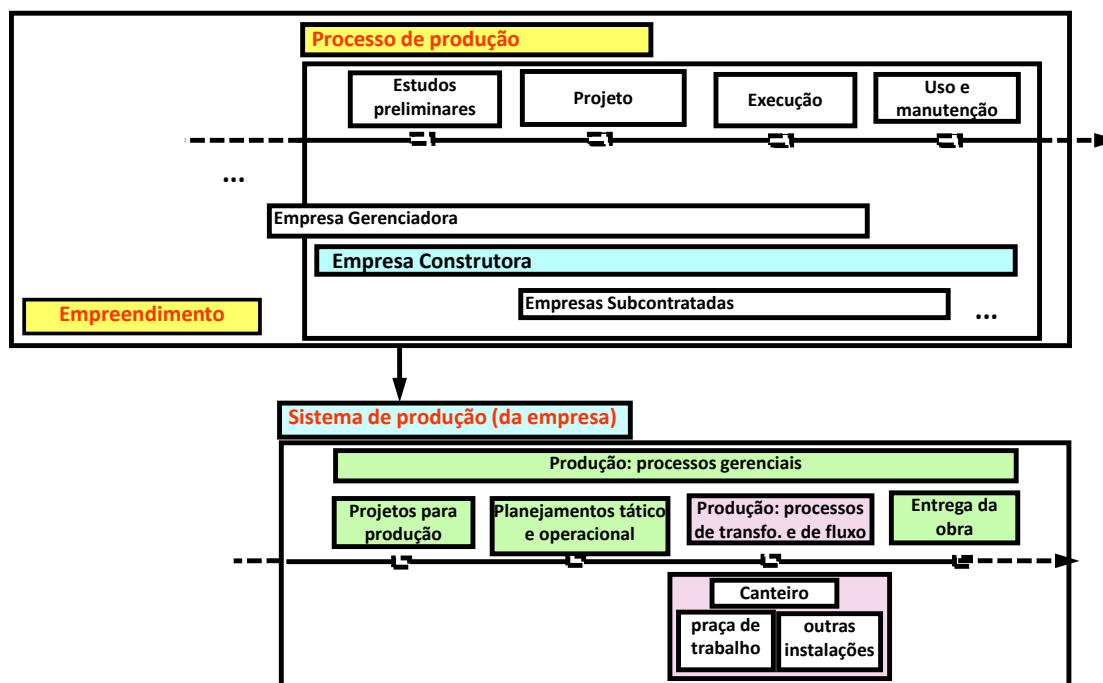
Keywords: Trade contractors, Subcontractors, Role, Manufacturing system, Building construction Industry.

1 INTRODUÇÃO

As empresas executoras de serviços de obras são importantes agentes do setor da construção civil. Tal importância pode ser exemplificada em dois aspectos: sua participação expressiva na construção, empregando até 90% da mão de obra nos canteiros de obra (HINZE e TRACEY, 1994); e por serem responsáveis pela materialização dos esforços de todos os agentes responsáveis desde o projeto até a produção das obras (OVIEDO HAITO, 2010).

Para entender a função das EES é necessário entender o sistema de produção da construção. Cardoso (1996) definiu o processo de produção de um edifício como sendo o conjunto de etapas ordenadas no tempo, desde a conceição até a operação, no qual vários agentes (desde o cliente até a EES) interagem para produzir um empreendimento de construção. Complementarmente, o mesmo autor definiu ao Sistema de produção como parte do processo de produção, na qual operações físicas e gerenciais (por exemplo, suprimentos e logística) são articuladas e integradas em torno do projeto do produto e do projeto do processo de construção. A Figura 1 contém uma descrição gráfica de sistema e processo de produção.

Figura 1 – Processo e Sistema de produção



Fonte: CARDOSO (1996)

Na Figura 1 é possível apreciar a variedade de agentes de atividades necessárias para produzir um empreendimento de construção. Para uma observação mais completa dos processos e sistemas de produção é necessário ter uma visão panorâmica da construção. Uma forma para tanto passa por entender as fases do ciclo de vida da construção.

Neste aspecto, Liu, Oviedo Haito e Cardoso (2013) discutiram onze etapas do ciclo de vida da construção, descritas no Quadro 1, nas quais as EES podem adicionar valor nos

seus serviços. Tais etapas dizem respeito às definições, informações, fornecimento, execução e controle das operações e da desconstrução do empreendimento no final do seu ciclo de vida.

Quadro 1 – Possibilidades de serviços adicionados por uma EES

Indicador	Autor	Definição
Negócio	-	É a definição do setor de atuação, objetivo, processos internos e produto que em conjunto criam valor a alguém.
Organização/ Gestão	-	É uma combinação de esforços individuais que tem por finalidade realizar propósitos coletivos (MAXIMIANO, 1992). No contexto da pesquisa, foi dado enfoque aos recursos e processos que norteiam a organização.
Projeto (<i>design</i>)	Cardoso (1996) e Oviedo Haito (2010)	Destina-se a definir o produto concebido, sendo um registrador gráfico e descritivo do mesmo (MANESCHI e MELHADO, 2010).
Projeto da produção	Cardoso (1996)	É o "como" produzir o produto (MANESCHI e MELHADO, 2010), através da definição recursos, técnicas e processos.
Especificações técnicas	Cardoso (2003), Cleto (2006)	Definição e documentação dos requisitos técnicos mínimos de um produto ou serviço.
Planejamento tático	Cardoso (1996)	É a definição e programação das atividades que comporão o processo produtivo do edifício. As ações envolvem desde a escolha de fornecedores até verificação da qualidade do produto e gestão de resíduos.
Suprimentos	Cardoso (2003a)	Gerenciamento das ações de logística interna e externa da EES (aquisição de bens e serviços, distribuição e transporte de materiais no canteiro, etc.) (OVIDEO HAITO, 2010).
Execução	Cardoso (2003), Cleto (2006)	É a realização das atividades definidas pelo projeto e no planejamento que adicionam valor ao empreendimento.
Controle e teste	Cardoso (2003), Cleto (2006)	É a verificação da conformidade do produto aos requisitos da qualidade definidos por norma, especificações técnicas ou projetos.
Operação e manutenção	Manley e Marceau (2002)	É a realização das atividades necessárias para o cumprimento dos propósitos do edifício no período estabelecido em projeto.
Desconstrução	Couto <i>et al.</i> (2006)	É o desmantelamento cuidadoso de um edifício, de modo a possibilitar a recuperação de materiais e componentes da construção, promovendo a sua reciclagem e reutilização (COUTO <i>et al.</i> , 2006).

Fonte: Adaptado de LIU, OVIDEO HAITO e CARDOSO (2013).

Vários agentes participam das fases descritas no Quadro 1. Cada um de tais agentes contribui, nelas, com algum aspecto do processo de produção (GRAY e FLANAGAN, 1989, p. 39). Assim por exemplo, quem fornece projeto é chamado de projetista; quem fornece planejamento e gestão é chamado de gerenciador, e assim por diante. Para Hughes e Murdoch (2001, p. 25), a participação de um agente em uma determinada operação, determina o seu papel e contribuição no sistema de produção. Para Biddle

(1986), os papéis estão relacionados, entre outros, com as funções que agentes realizam. Manley e Marceau (2002) discutiram que, na função de fornecedores na construção civil, são seis os maiores valores oferecidos, a saber: Instalação, Projeto, Gerenciamento, Pós-venda e Reparo ou manutenção. Para Gray e Flanagan (1989, p. 13) as EES podem contribuir nos sistemas de produção com diferentes valores adicionados a atividades tais como: decisões da mão de obra, projetos para produção, detalhamento de projeto, projeto dos componentes e projeto (e especificação) do produto. Com tais contribuições, as EES podem adicionar valor na construção, realizando vários papéis no processo de produção dos empreendimentos.

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é identificar papéis principais que as empresas de execução de serviços de obras desempenham nos sistemas de produção da construção civil.

3 METODOLOGIA

Esta pesquisa utilizou dados provindos de pesquisa documental e da realização de entrevistas com 26 empresas do Estado de São Paulo e mais 12 de Valência, na Espanha. Tais entrevistas foram realizadas entre 2009 e 2012. Elas foram escolhidas por amostragem proposital (PATTON, 1990; COYNE, 1997). Tais empresas foram escolhidas por representarem diferentes especialidades técnicas, ou serviços distintos, com o intuito de capturar diversidade de funções e componentes dos serviços prestados. As características dos entrevistados estão contidas no Quadro 2. As EES foram questionadas em quais etapas dos sistemas de produção elas participam.

Foi utilizada a codificação como forma de análise. Um código é uma palavra ou frase curta que atribui ou captura o significado de um dado (SALDAÑA, 2013, p.2). Assim, categorias com a análise foram construídas classificações: os papéis que desempenham as EES. Os dados contidos no Quadro 2, junto com a classificação proposta por Liu, Oviedo Haito e Cardoso (2013) serviram de base para a classificação de papéis desempenhados por EES, proposta neste artigo.

4 RESULTADOS

O Quadro 2 mostra algumas características das EES entrevistadas. Da sua leitura pode ser apreciado que as 38 empresas avaliadas representam diferentes atividades, ou serviços de obra, e possuem diferentes experiências e número de trabalhos. Porém, apesar das suas diferenças, as empresas entrevistadas apresentaram algumas características comuns quanto à sua participação no processo de produção.

Quadro 2 - Elementos de serviço que fornecem as EES entrevistadas [continua 1/2]

Empresa	Atividade	Anos na atividade	Número de trabalhadores	Projeto	Gerenciamento	Fornecimento	Manufatura	Manutenção	Atividades no canteiro de obras
EBSP01	Alvenaria, revestimento interno e externo, contrapiso	15	200		1				1
EBSP02	Alvenaria, revestimento interno e externo, contrapiso	12	295		1	1			1

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

EBSP03	Alvenaria, revestimento interno e externo, contrapiso	3,5	96			1			1
EBSP04	Esquadrias	2	46	1	1	1	1	1	1
EBSP05	Alvenaria	4	376		1	1	1		1
EBSP06	Instalações elétricas e de comunicações	17	11		1	1		1	1
EBSP07	Fundações	75	400	1	1	1			1
EBSP08	Impermeabilização	26	200	1	1	1		1	1

Quadro 2 - Elementos de serviço que fornecem as EES entrevistadas [continuação 2/2]

Empresa	Atividade	Anos na atividade	Número de trabalhadores	Projeto	Gerenciamento	Fornecimento	Manufatura	Manutenção	canteiro de
EBSP09	Revestimento externo e estrutura reticular de concreto armado ou protendido	20	1250		1	1			1
EBSP10	Impermeabilização	17	180	1	1	1		1	1
EBSP11	Piso laminado	13	17		1	1		1	1
EBSP12	Alvenaria, revestimento interno e externo, contrapiso	6	13		1				1
EBSP13	Piso laminado	18	15		1	1		1	1
EBSP14	Revestimento de gesso	16	20		1	1			1
EBSP15	Piso laminado	5	41		1			1	1
EBSP16	<i>Dry Wall</i> (paredes e forros)	4	37		1	1		1	1
EBSP17	<i>Dry Wall</i> (paredes e forros)	2,5	30		1	1		1	1
EBSP18	Manutenção de sistemas elétricos	3	3		1			1	1
EBSP19	Esquadrias e revestimentos metálicos	7	29		1		1	1	1
EBSP20	Piso laminado	8	8		1			1	1
EBSP21	Esquadrias e revestimentos metálicos	37	24	1	1	1	1	1	1
EBSP22	<i>Dry Wall</i> (paredes e forros)	1	100		1	1		1	1
EBSP23	Alvenaria, revestimento interno e externo, contrapiso	15	500	1	1	1			1
EBSP24	Alvenaria	11	350	1	1	1	1		1
EBSP25	Pintura decorativa	30	350		1	1		1	1
EBSP26	Painéis pré-montados de Fachada	16	65	1	1	1	1	1	1
EEV01	Manutenção e conservação de infraestruturas	25	200		1	1		1	1
EEV02	Fundações e estruturas de concreto armado	11	50		1	1			1
EEV03	Pintura industrial e revestimentos decorativos	18	200	1	1	1	1	1	1
EEV04	Mão de obra para construção civil e edificações	12	150		1	1			1
EEV05	Sistemas de fôrmas	28	200	1	1	1	1		1
EEV06	Montagem de aço de reforço em estruturas de concreto	25	120		1	1	1		1
EEV07	Aluguel de máquinas: Transporte para construção	9	1100			1			1
EEV08	Máquinas: Gruas, guindastes e transportes especiais	22	45		1	1			1
EEV09	Mão de obra para construção civil e edificações	10	60			1			1

EEV10	Instalações para obras de serviço público e manutenção industrial	14	8	1	1	1		1	1
EEV11	Movimentação de terras	50	55		1	1			1
EEV12	Sistemas hidráulicos para obras de serviço público	5	35		1	1		1	1

Fonte: os autores

Tais características foram agrupadas em seis categorias: Projeto, Gerenciamento, Fornecimento, Manufatura, Manutenção, e Atividades no canteiro de obras. A atribuição em tais categorias corresponde aos serviços fornecidos pelas EES entrevistadas.

As atividades nos canteiros de obras, realizando operações de produção, estão presentes em todas as EES entrevistadas (38 ou 100%), reforçando o papel principal das EES na execução dos serviços de obras. A segunda categoria classificada foi o Gerenciamento (35 ou 92,11%), atribuída nos casos em que as EES entrevistadas declararam ser responsáveis pela gestão dos seus serviços nos canteiros de obras. O gerenciamento era realizado pelas construtoras, naquelas EES que manifestaram não fazê-lo.

A terceira categoria classificada foi o fornecimento (32 ou 84,21%), atribuída quando a EES manifestou suprir ou gerenciar o suprimento dos materiais ou equipamentos utilizados na sua produção.

A quarta colocada foi a Manutenção (20 ou 52,63%), atribuída às EES que manifestaram prestar o serviço de reparo ou manutenção dos produtos produzidos em etapas posteriores à produção, em outras palavras, durante a operação das instalações produzidas.

A quinta colocada foi a atividade Projeto (11 ou 28,95%). Foi atribuída às EES que manifestaram prestar o serviço de especificação, projeto detalhado ou projeto para produção.

Finalmente, a sexta colocada foi a categoria Manufatura (9 ou 23,68%). Esta categoria foi atribuída em EES responsáveis pela fabricação dos componentes físicos utilizados na sua produção, cuja manufatura é realizada em instalações fora do canteiro de obras.

Tais percentagens ilustram a participação das EES em diferentes etapas dos sistemas de produção. Estas percentagens não necessariamente refletem a proporção de empresas fornecendo tais valores agregados nos canteiros de obras, porém, oferecem uma imagem da variedade de serviços e, funções que as EES desempenham nos sistemas de produção. Tal variedade é mostrada no Quadro 3, no qual tais funções correspondem aos os papéis identificados nas EES entrevistadas. No Quadro 3, os papéis se agrupam em seis atividades dos sistemas de produção: Fornecimento, Montagem, Fabricação, Manutenção, Gerenciamento e Engenharia.

Quadro 3: Papéis como produtores nos sistemas de produção

Papel como produtor no sistema de produção	Característica
Fornecimento: Mão de obra / Materiais / Equipamentos	Menor valor agregado: disponibilizar o recurso para ser usado por outro agente
Montagem / Instalação / Transporte / Demolição	Atividade de frente, para produção, que materializará a construção
Fabricação / Manufatura / Reciclagem	Atividade de transformação dos componentes físicos usados em uma obra

Manutenção / Assistência técnica	Atividade realizada após a produção do produto construído
Gerenciamento / Supervisão / Consultoria	Atividade de gestão: da produção e de logística
Concepção / Projeto - Design / Engenharia	Atividade ligada com a engenharia do serviço de obra

Fonte: os autores

Um papel adicional seria o de responsável pelo negócio de construir, porém é um papel mais apropriado para empresas construtoras, e pouco desempenhado, atualmente, no mercado brasileiro da construção civil.

Assim, uma EES que desempenha várias funções, participando em várias etapas dos ciclos de vida das obras de construção, realiza vários papéis, como os apresentados no Quadro 3. Tais papéis definem a contribuição das EES no sistema de produção, ou cadeia de suprimentos de um empreendimento de construção (HUGHES e MURDOCH, 2001, p. 26).

Nesta pesquisa, a participação mais básica das EES entrevistadas correspondeu ao papel de fornecedor de mão de obra, sem fornecer a gestão da mão de obra fornecida.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste artigo foram identificados seis papéis que as EES desempenham nos sistemas de produção da construção civil. Tais papéis se relacionam com uma atividade fim, dentro dos ciclos de vida dos processos de produção. Assim, as EES podem desempenhar uma ou várias funções simultâneas nos sistemas de produção, a saber: fornecedor, montador, fabricante, responsável pela manutenção, gerenciador e projetista.

A identificação destes papéis pode contribuir com a prática da subcontratação em vários aspectos. Um primeiro aspecto diz com respeito ao escopo da contratação, definindo responsabilidades precisas às funções encarregadas às EES. Um segundo aspecto diz com respeito à participação em diferentes etapas no processo de produção da construção civil, adiantando, por exemplo, o momento da contratação de uma EES. Um terceiro aspecto diz com respeito à necessidade de coordenação, pois o acúmulo de funções e, portanto, de responsabilidades, da EES irá requerer diferentes competências e processos, tanto da EES como, principalmente, da sua contratante. Finalmente, um outro aspecto a considerar é o fato de que diferentes papéis atribuídos às EES implicam em preços de contratação diferenciados.

REFERÊNCIAS

BIDDLE, Bruce J. Recent development in role theory. **Annual review of sociology**, p. 67-92, 1986.

CARDOSO, F. F. **Certificações 'setoriais' da qualidade e microempresas. O caso das empresas especializadas de construção civil**. 2003. Tese (Livre-docência) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 2003.

CARDOSO, F. F. Quality Management System Certification in Small AEC Organisations: a Strategic Choice or an Obligation to Meet Customers Requirements?. In: CIB W 99 - Safety and Health on Construction Sites International Conference on Construction Project Management Systems: the Challenge of the Integration, 2003, São Paulo. Proceedings, 2003a.

CARDOSO, F. F. **Stratégies d'Entreprises et Nouvelles Formes de Rationalisation de la Production dans le Bâtiment au Brésil et en France**, (Thèse doctorat), Paris, École Nationale des Ponts et Chaussées. 1996.

CLETO, F. R. **Referenciais tecnológicos para a construção de edifícios**. 2006. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo. 212p. 2006.

COUTO, A.B.; COUTO, J.P. e TEIXEIRA, J.C. **Desconstrução, uma ferramenta para sustentabilidade da construção**. NUTAU, 2006.

COYNE, I.T. Sampling in qualitative research. Purposeful and theoretical sampling; merging or clear boundaries? **Journal of Advanced Nursing**, v. 26,p, 623–630. 1997.

GRAY, C.; FLANAGAN, R. **The changing role of Specialist and Trade Contractors**. Chartered Institute of Building, Ascot. 158 p.

HINZE, J.; TRACEY, A. The contractor-subcontractor relationship: the subcontractor's view. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 120, n. 2, p. 274 - 287. June, 1994.

HUGHES, W.; MURDOCH, J. R. **Roles in construction projects: analysis and terminology**. Construction Industry Publications, Birmingham, pp.176. 2001.

LIU, J. B., OVIEDO HAITO, R. J. J., CARDOSO, F. F. Classificação do serviço em empresas de execução de serviço de obra. In: 8º Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2013, Salvador - BA. Anais do Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2013.

MANESCHI, K.; MELHADO, S. Scope of Design for Production of Partition Walls and Facade Coverings, **Architectural Engineering and Design Management**, v. 6, Iss. 1, 2010.

MANLEY, K.; MARCEAU, J. Integrated Manufacturing-Services Businesses in the Australian Building and Construction Sector. **Australian Journal of Construction Economics and Building**, 2(1), pp. 1-12. 2002.

OVIEDO HAITO, R. J. J. **Caracterização das empresas executoras de serviços de obras baseada nos seus ativos estratégicos**. São Paulo: EPUSP, 2010 (Dissertação de Mestrado)

PATTON, M. Q. **Qualitative evaluation and research methods** (2nd ed.). Newbury Park, CA: Sage. 1990.

SALDAÑA, J. **The Coding Manual for Qualitative Researchers**. Second Edition. Los Angeles: SAGE Publications Ltd, 2013.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

CONFIGURAÇÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS UMA EMPRESA DO SETOR MOVELEIRO: ESTUDO DE CASO EM EMPRESA DE MÓVEIS PROJETADOS

**SANTOS, Cícero Marciano da Silva (1); CARVALHO, Mariane Rodrigues (2);
FERREIRA, Anny Eloyse de Araújo (3)**

(1) IFPB/UFPB, (83) 99935-3264, e-mail: cicero_marciano@yahoo.com.br, (2) IFPB/UFPB, e-mail: marianekrvalho@hotmail.com, (3) IFPB, e-mail: annyeloyse2009@hotmail.com

RESUMO

A indústria de móveis no Brasil, mostra-se bastante sólida no mercado interno, e demonstra ser capaz de responder a demanda de consumo ampliada, exigida pelo país nos últimos anos. Com isso, o presente artigo, tem como objetivo, mapear a configuração da cadeia de suprimentos de uma empresa do setor moveleiro, A pesquisa foi desenvolvida, em uma empresa, situada no município de Monteiro-PB, especializada em móveis planejados. Para tal, foi mapeada a cadeia de suprimentos da empresa focal, bem como, identificados os membros a montante (Fornecedores) e a Jusante (clientes). Como resultado, foi possível, diagramar e configurar a cadeia de suprimentos, identificando os quatro processos básicos da cadeia: Planejar, Abastecer, Fazer e Entregar; as competências desenvolvidas pelos membros cadeia; a lógica que a cadeia assume para gerenciar seus relacionamentos e a agilidade para executar seus processos.

Palavras Chaves: Cadeia de suprimentos, fornecedores, clientes, móveis projetados, membros.

ABSTRACT

The furniture industry in Brazil, it appears to be quite strong in the domestic market, and prove to be able to answer the demand of increased consumption, required by the country in last years. Thus, this article aims to map the configuration of the supply chain of a company in the furniture sector, the research was developed in a company located in the city of Monteiro, specialized in customized furniture. To this end, the focal company's supply chain has been mapped as well as identified the members upstream (suppliers) and downstream (customer). As a result, it was possible, diagram and configure the supply chain, identifying the four basic processes of chain: Plan, Refuel, Make and Deliver; the developed skills by the chain members; the logic that the chain takes to manage their relationships and the agility to run its processes.

Keywords: Supply chain, Suppliers, customers, designed furniture, members

1. INTRODUÇÃO

Num passado recente, o modelo adotado pelas organizações, principalmente por grandes empresas, se constituía de estruturas altamente verticalizadas, em que a maior parte das operações necessárias à produção e disponibilização de produtos aos clientes finais era executada por uma única empresa. Nessa configuração, as cadeias de suprimentos eram pouco complexas, face ao pequeno número de participantes (LEITE, 2004;

GASPARETTO, 2003). Entretanto, alguns setores da economia, ainda conservam a integralização vertical como premissa básica para suas cadeias produtivas, ou seja, concentram uma gama de atividades na empresa focal, ao contrário das tendências atuais de descentralizar o processo produtivo, é o que acontece, por exemplo, com o setor moveleiro.

No Brasil a indústria moveleira possui a característica de ser fragmentada, intensiva em mão-de-obra, com pouca participação no valor agregado e verticalizada. Enquanto a indústria internacional, por sua vez, é caracterizada da mesma forma, porém sendo uma organização horizontalizada (COELLHO; BERGER,2004).

Para Sandroni (2002), a integração vertical consiste na atuação de uma empresa em mais de um estágio do processo produtivo, podendo ocorrer por meio da fusão de várias organizações que atuam em estágios diferentes. Enquanto a integração horizontal é o processo ocasionado pela fusão de duas ou mais organizações que atuam no mesmo estágio e com os mesmos produtos. Tal processo permite que as empresas ganhem em termos de economia de escala e contem com maior poder econômico.

As empresas também tendem a assumir uma configuração da cadeia de suprimentos, na qual cada uma configura-se de forma distinta. A importância que essa configuração assume é de grande relevância para gestão da cadeia de suprimentos, desde a aquisição da matéria prima até o produto final, pois, cada organização, direciona-se para um objetivo diferente como: satisfação dos clientes e redução de custos.

Para Slack *et al* (2009), as diversas configurações assumidas pela cadeia podem atuar como benefício na tentativa de redução dos custos assumidos pela empresa, como redução do número de fornecedores a empresa focal, o que proporcionaria uma melhor comunicação entre os clientes externos e diminuição do custo do produto final.

Nesse contexto, o presente artigo tem como objetivo, apresentar a configuração da cadeia de suprimentos de uma empresa do setor moveleiro, identificando as competências básicas de seus fornecedores de primeiro nível e os esforços envolvidos na produção e liberação do produto final da cadeia de suprimentos.

2. A CADEIA DE SUPRIMENTOS

Segundo Shimchi-levi; Kaminsky; Shimchi-levi (2010) a cadeia de suprimentos, também denominada rede logística, é o conjunto de atividades desenvolvidas por empresas interligadas entre si (fornecedores, centro de produção, depósitos, centros de distribuição e varejistas) que visam transformar matérias primas em produtos acabados

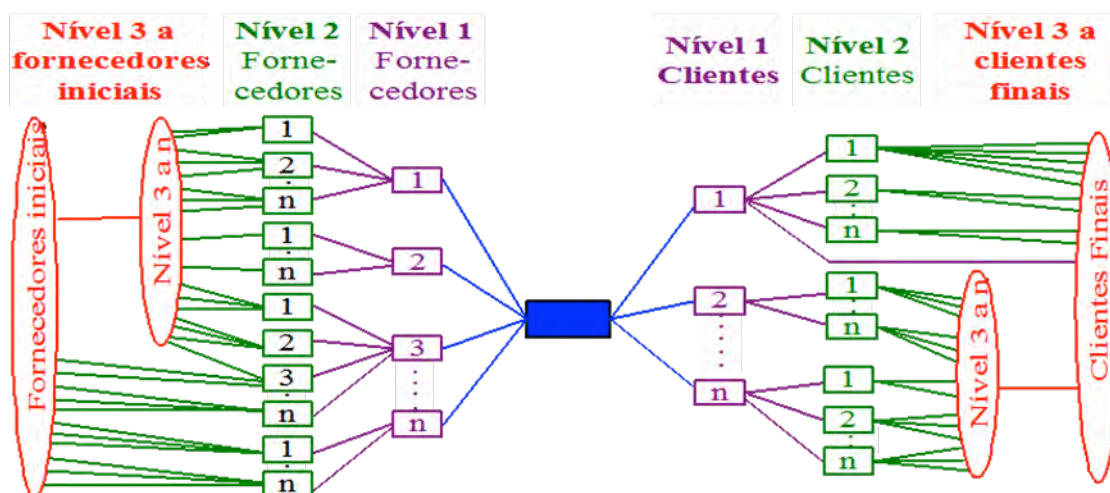
Um ponto essencial para análise de uma cadeia é compreender como as empresas devem posicionar-se estruturalmente e como devem estabelecer relações com os outros elos da cadeia.

Segundo Alves Filho et al. (2004), a estrutura da cadeia está relacionada aos papéis das organizações ou unidades produtivas, e como o trabalho e processos são divididos e realizados entre as organizações. Para um melhor entendimento da estrutura das cadeias, Lambert, Cooper e Pagh (1998) identificam três dimensões estruturais de uma cadeia de suprimentos: Estrutura horizontal - definida pelo número de níveis da cadeia de suprimentos para produção de um produto ou serviço; Estrutura vertical - definida pelo número de empresas em cada nível da cadeia de suprimentos; e Posição da empresa foco - definida pela posição horizontal da empresa foco ao longo da cadeia de suprimentos. A figura 1, apresenta um esboço dessa estrutura, definida por Lambert e

Cooper (2000), seguindo a mesma lógica da configuração supracitada. No contexto dessa configuração, Lazzarini (2008) afirma que é admissível exercer vínculos de cooperação na cadeia, tanto no sentido vertical quanto no horizontal de sua estrutura.

Figura 1 -Estrutura da Cadeia de Suprimento

Cadeia de suprimentos (supply chain):



Fonte: Adaptado de Lambert e Cooper (1998)

Segundo *Supply Chain Council* (2010) cadeia de suprimentos engloba todos os esforços envolvidos na produção e liberação de um produto final, iniciando no fornecedor do fornecedor até o cliente do cliente. Tais esforços são definidos por cinco processos básicos: **Planejar (Plan)** - Processo responsável pelo planejamento e gerenciamento da demanda e do suprimento num nível agregado, bem como da infra-estrutura da cadeia; **Abastecer (Source)** - Provê o abastecimento de materiais para produção e faz a programação das entregas dos fornecedores, incluindo atividades de recebimento, verificação, transferência de produtos, bem como autorização de pagamentos aos fornecedores; **Fazer (Make)** - são os processos responsáveis pela conversão de um conjunto de materiais em um produto acabado ou semi-acabado; **Entregar (Delivery)** - Abrange a gestão de pedidos em todos os seus passos, desde consultas postadas pelos clientes, realização de cotações, entrada e processamento de pedidos, até a execução dos embarques e entregas. e **Retornar (Return)** - Faz a gestão de materiais e produto no fluxo contrário da cadeia, trata dos retornos de produtos nos canais de distribuição (do cliente para a empresa) e dos retornos de materiais no abastecimento (da empresa para o fornecedor), considerando todos os detalhes como identificação das condições do produto/material (defeito, para reparo, excedente), disposição do produto, requisição e programação do retorno, programação do transporte, recebimento e transferência do produto.

Para efetividade desses esforços, a trajetória seguida pela cadeia de suprimento é norteada pela lógica que ela assume para administrar os relacionamentos. Nesse contexto, a cadeia de suprimentos assume três lógicas principais, quais sejam: **Como uma filosofia Gerencial** - fornecedores e clientes são vistos como um sistema integrado; **Como um conjunto de atividades para implementar uma filosofia gerencial** - as empresas devem ser pontuais, concentrando-se em atividades que permitam implementar uma filosofia sistêmica; **Como um conjunto de processos de**

negócios gerenciais - organizar as funções da SC com base nos processos-chave de negócios das empresas componentes da cadeia (MENTZER *et al*, 2001).

As lógicas assumidas são complementares e expressam a abrangência, a diversidade de visões e as experiências de cada empresa componente da cadeia. Cada empresa concentrada nas competências essenciais e seguindo uma lógica funcional, colaboram de modo complementar para a efetiva SCM (*Suplly Chain Management*). As competências essenciais que cada empresa da cadeia de suprimentos deve assumir representa um dos fatores mais importantes para o sucesso da SCM. A empresa focal possui papel fundamental na determinação das competências essenciais de cada empresa no contexto da cadeia de suprimentos, analisando quais fornecedores, clientes e demais envolvidos poderão trazer vantagens sinérgicas em longo prazo, avaliando-as por meio das competências que elas possuem (LEITE, 2014).

Vollmann, Cordon, Raabe (1996) estabelecem uma classificação dos membros da cadeia de suprimentos em: competências distintivas, qualificadoras e básicas. As competências distintivas são as que trazem diferenciação ao produto, já que fornecem vantagem competitiva única. As competências qualificadoras são aquelas essenciais à competitividade de um determinado tipo de negócio. As competências básicas são tarefas que devem ser cumpridas, mas que não contribui para a diferenciação do produto final.

O conhecimento dessas competências e a identificação delas em cada um dos membros da cadeia de suprimentos pode levar a relacionamentos mais planejados e efetivos. Para tanto, prioriza-se o estabelecimento de relacionamentos entre fornecedores e clientes que possuam competências distintivas. Além disso, pode gerar relações mais sinérgicas, em decorrência da seleção das empresas parceiras serem feitas e organizadas conforme as competências que complementam os membros da cadeia. A classificação das competências, também, pode ser útil para mostrar que uma empresa que se concentra em competências básicas, em determinado momento, precisa evoluir para competências mais avançadas (LEITE, 2004).

A flexibilidade para se adaptar às mudanças é uma característica importante na manutenção da competitividade e na estabilidade dos relacionamentos estabelecidos numa cadeia de suprimentos. Para ser flexível a empresa precisa ser enxuta (eliminação de desperdícios) e ágil (comunicação utilizada). A agilidade da cadeia é criada em função dos bens demandados que podem ser funcionais e inovadores (LEITE, 2014).

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento dessa pesquisa foi realizado um estudo de caso, tendo em vista que o artigo, tem como objetivo explorar uma situação na qual não há intervenção nem clareza no conjunto de resultados, o que também atribui a pesquisa um caráter exploratório e descritivo, nesse caso, para descrever a configuração da cadeia de suprimentos de uma empresa de móveis projetados.

A empresa onde foi realizada a pesquisa, situada na cidade de Monteiro-PB, faz parte de uma rede de 330 unidades em todo o país, e atua nas etapas de projeto e montagem de móveis para cozinha, banheiro, lavanderia, closet, dormitório, *office* e *Home Theater*, em parceira com uma empresa de modulados do Rio Grande do Sul.

A pesquisa em campo, teve como intuito, levantar as informações relacionadas ao processo de fabricação dos produtos desde a aquisição da matéria-prima até a entrega ao cliente final. Os dados foram coletados por meio de entrevistas pautadas em

questionários estruturados consoante literatura pesquisa, aplicados a pessoas chaves do negocio (gerente comercial da empresa focal). Os questionários, abordaram questões referentes as atividades desempenhadas pelos fornecedores e sua relação com a empresa focal, para localizar os fornecedores na cadeia produtiva e definir suas competências na cadeia de suprimentos.

De posse dos dados coletados, repassadas pela empresa, foi possível mapear a cadeia de suprimentos da empresa estudada e por meio das características dos membros da cadeia, foi efetuada a configuração da mesma, identificando as competências e as tarefas que cada membro executa na cadeia de suprimentos.

4. RESULTADOS DA PESQUISA

A primeira etapa foi identificar os membros da cadeia de suprimentos. nesse momento, foi possível observar que grande parte das atividades da cadeia produtiva são executadas pela empresa focal, característica esta que a configura como uma empresa vertical.

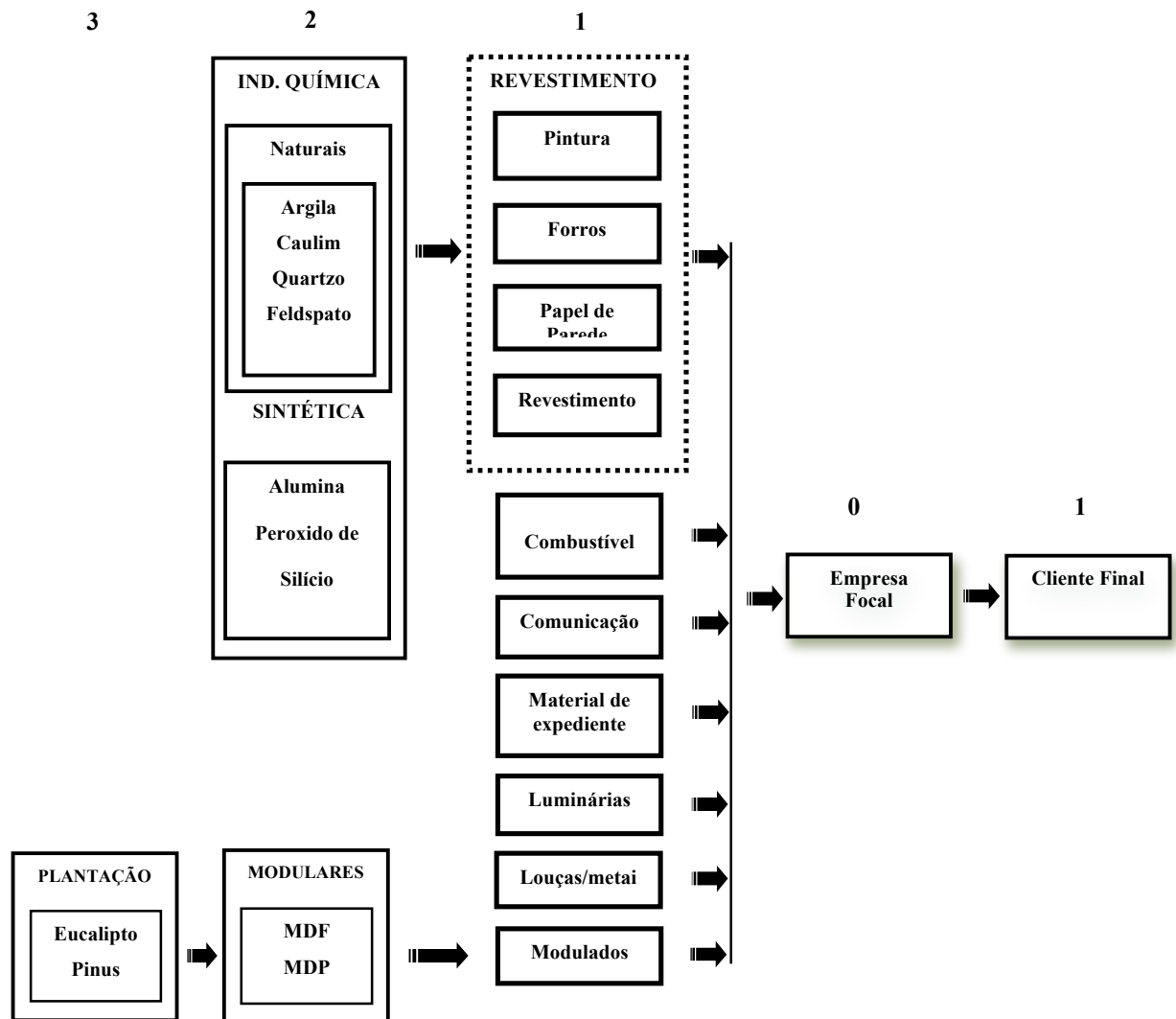
Para o mapeamento da estrutura da cadeia de suprimentos da empresa estudada, foi necessário identificar os fornecedores dos fornecedores e cliente dos clientes, para posteriormente identificar os fornecedores desde a origem da matéria-prima até o cliente final. Com isso, a cadeia de suprimentos completa da empresa focal é composta de 3 níveis a montante e 1 nível a jusante. Na seqüência, o Quadro 1, apresenta em síntese dados a respeito da estrutura da cadeia de suprimentos da empresa focal, de acordo com o modelo de Lambert, Cooper e Pagh (1998), mostrando o número de níveis à montante e à jusante, bem como o número de membros em cada nível.

Quadro 1 - Estrutura da Cadeia de Suprimentos

Nível	3	2	1	Empresa Focal	1
Localização	Montante (fornecedores)				Jusante (cliente)
Nº de membros	2	2	6		1

Conforme análise da estrutura da cadeia de suprimentos, apresentada no quadro 1, observa-se que trata-se de uma cadeia estreita, com poucos níveis e poucas conexões, tendo em vista o reduzido número de membros em cada nível, característica de uma empresa vertical, no tocante a localização da empresa focal, a mesma se encontra a um nível do cliente final, típico de processos industriais personalizados. Após essa localização da empresa focal, na cadeia de suprimentos, onde foram identificados os números de níveis a jusante e a montante e o número de empresa em cada nível, foi possível fazer a representação, como visto na Figura 2, que reproduz a diagramação da cadeia de suprimentos da empresa focal.

Figura 2 - Cadeia de Suprimento da Empresa Focal



A cadeia de suprimentos abrange todos os esforços envolvidos na produção e liberação de um produto final, desde o primeiro fornecedor até o cliente final. Para entender como a cadeia de suprimento executa suas tarefas é preciso entender como cada membro da cadeia de suprimentos coopera para a efetividade da produção de bens e serviços demandados. São cinco processos básicos que definem tais esforços, no entanto, apenas quatro desses processos são executados pela cadeia, quais sejam:

Planejar: O planejamento das atividades da cadeia de suprimentos é realizado pela empresa focal, mesmo porque, praticamente todas as atividades da cadeia produtiva são executadas internamente pela empresa focal, como por exemplo, o projeto e a montagem dos móveis. Esse fato comprova a verticalização da cadeia de suprimentos. A empresa orientada pelo mercado estabelece o escopo do produto, sendo responsável pela geração de demanda, planejamento e gerenciamento de todas as atividades envolvidas no processo de produção dos móveis projetados, desde as atividades executadas pela mesma até as que envolvem os demais membros da cadeia de suprimentos.

Abastecer - Ao contrário das atividades de planejamento, que se concentram na empresa focal, praticamente todos os membros da cadeia de suprimentos participam do processo de abastecimento, desde empresas de materiais de construção (Ceusa,

Bobinex, Pierini, Vetromani porcellanati), materiais de consumo (Posto bela vista e papelaria alternativa) e matéria-prima base, os modulados (Unicasa), ou seja, empresas que efetivamente realizam a aquisição e infraestrutura para que a cadeia de suprimentos viabilize a confecção do produto final a seus clientes.

Fabricar – O fluxo de produção é controlado pela empresa focal e a parceira Unicasa, tendo em vista que a transformação física dos insumos, fornecidos pelos membros da cadeia de suprimentos, conforme supracitado, no processo de abastecimento da cadeia, é efetuado pela empresa focal (montagem) e Unicasa (confecção das peças), o que a caracteriza como um processo verticalizado.

Entregar – Esse processo é realizado pela empresa focal, tendo em vista o alto nível de personalização do produto, tanto para pessoa física como para pessoa jurídica. Deve-se salientar que a entrega do produto final, se confunde com a última etapa do processo produtivo, que é realizado no momento da entrega, ou seja, a montagem dos móveis no seu destino final.

Retorno - A empresa focal faz o pós venda com cada cliente 30 dias após a entrega do produto final. O cliente, caso note algum dano ou defeito pode solicitar a empresa focal que se encarrega de efetuar o reparo, caso se trate de algo simples. Quando se trata da reposição de alguma peça, a empresa focal solicita a Unicasa para confeccionar uma nova peça e a empresa focal possa efetuar o reparo, trata-se de uma responsabilidade compartilhada, característica da relação de parceria.

Na empresa base para esse estudo a lógica assumida para administrar os relacionamentos é a **Gerencial**, pois fornecedores e clientes são vistos como um sistema integrado, onde tudo é feito em função do projeto dos móveis planejados, sendo este, todo personalizado, podendo o cliente modificá-lo a qualquer momento, além de ter acesso a todas as informações, havendo uma interação direta entre cliente e empresa.

As competências dos membros da cadeia de suprimentos podem ser classificadas em Competências distintivas, qualificadoras e básicas. A empresa Unicasa discrimina-se como distintiva justificando-se pelo marketing que a empresa tem, por se tratar de um empreendimento localizado no sul do país, onde proporcionará uma atração ao público da cidade do interior, por apresentar um produto de boa qualidade, a empresa torna-se um diferencial por ter um produto planejado na cidade e que por ventura seja uma marca nacionalmente reconhecida. As empresas fornecedores de matéria-prima como: Ceusa, Bobinex, Pierini, Vetromani e porcellanati apresentam competências qualificadoras. A Imprensa FM, Papelaria Alternativa, Posto Bela Vista, caracterizam-se como competências básicas, onde são necessárias para a empresa, porém não contribuem para a diferenciação do produto final. Prioriza-se o estabelecimento de relacionamentos que possuam competências distintivas e complementares. As relações mais fortes nessa cadeia de suprimentos são entre a Unicasa e a empresa focal.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A preocupação com a qualidade do produto desde a sua fabricação até a chegada ao cliente final se dá pela empresa focal que gerencia todos os processos desde aquisição do material para fabricação dos móveis até chegar a loja onde o produto será comercializado. Entretanto, no tocante aos processos básicos da cadeia de suprimentos, observa-se que três desses esforços são efetuados pela empresa focal, ou seja, a empresa focal, planeja as atividades da cadeia produtiva, executa praticamente todo processo e se encarregar de realizar a entrega ao cliente final, nesse contexto, apenas o abastecimento

da cadeia é realizados pelos demais membros que promovem aquisição e infraestrutura para que as operações possam ocorrer com eficiência e eficácia. Nesse momento é notório o nível de verticalização do processo produtivo, em virtude da maneira como esses processos são executados na cadeia de suprimentos, ou seja, observa-se uma grande concentração de atividades, sobretudo, a transformação física, na empresa focal.

Ao analisar as competências básicas dos membros da cadeia, observa-se apenas um membro com competência distintiva, ou seja, um baixo de grau de parceria nos relacionamentos entre os membros da cadeia de suprimentos, boa parte dos fornecedores representam competência qualificadora, fornecedores principais, e apenas dois apresentam competência básica, subfornecedores. As competências dos membros da cadeia refletem a estratégia de diferenciação da empresa focal, devido possuir uma maior parte de seus relacionamentos com membros de competência qualificadora, no entanto, o fato de apresentar apenas um membro distintivo, ou seja, apenas uma parceria, reflete a verticalização do seu processo produtivo.

Por fim, para que a cadeia de suprimentos seja sustentável é preciso que a empresa focal estabeleça um programa de desenvolvimento com seus fornecedores, sugerindo ligações sinérgicas e colaboração entre os membros. Para que o produto se diferencie no mercado a cadeia deve possuir mais relações de parceria, e assim assumir como lógica para administrar seus relacionamentos, uma filosofia gerencial, onde fornecedores e clientes são vistos como um sistema integrado, o que corrobora com o sistema de produção por projetos, em que a alta variabilidade do produto, extremamente personalizado, exigem essa integração.

REFERÊNCIAS

- COELHO, M. R. F.; BERGER, R. **Competitividade das exportações brasileiras de móveis no mercado internacional: uma análise seguindo a visão desempenho**. Revista FAE, Curitiba, v.7,n.1,p.51-65, jan./jun.2004.
- GASPARETTO, V. **Proposta de uma sistemática para avaliação de desempenho em cadeias de suprimentos**. Florianópolis, Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC, 2003.
- LAMBERT, D.M.; COOPER, M.C.; PAGH, J.D. **Supply chain management: Implementation issues and research opportunities**. The International Journal of Logistics Management, v. 9, n. 2, 1998.
- LAZZARINI, S. G. **Empresas em rede**. São Paulo: CENGAGE, 2008.
- SANDRONI, P. **Novíssimo dicionário de economia**.10. ed. São Paulo: Best Seller, 2002.
- LEITE, M. S. A. **Proposta de uma modelagem de referência para representar sistemas complexos**. 2004. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- LEITE, M. S. A. **Notas de aula: Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção** - UFPB (Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014
- MENTZER, J.T.; DEWITT, W.; KEEBLER, J.; MIN, S.; NIX, N.; SMITH,C.; ZACHARIA, Z. Defining supply chain management. **Journal of Business logistics**,v.22, no 2, 2001.
- SLACK, N.I.;CHAMBERS, S.;JOHNSTTON, R. **Administração da Produção**. 3a Edição,São Paulo: Atlas, 2009.
- SUPPLY CHAIN COUNCIL. **Supply-chain operations reference - model**. Versão 10.0 . SCC: Overview, 2010.
- VOLLMANN, Tomas; CORDON, Carlos, RAABE, Hakon. Supply chain management: making the virtual organization work. **Executive Report**, Lausanne: IMD (International Institute for Management Development) v.19, fev, 1996.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ESTUDO DO SETOR DE SUPRIMENTOS DE UMA CONSTRUTORA COM ABORDAGEM NO LEAN OFFICE

ROSSITI, Ivan Sanchez Malo (1); SERRA, Sheyla Mara Baptista (2)

(1) Universidade Federal de São Carlos, telefone: (15) 991032605, e-mail: ivanrossiti@hotmail.com, (2) Universidade Federal de São Carlos, e-mail: sheylabs@ufscar.br

RESUMO

No atual contexto globalizado, o mercado é caracterizado pela alta competitividade, fácil acesso às informações e elevada exigência do consumidor. Tendo em vista este fato, o estudo do lean office, aplicado ao setor de suprimentos em uma empresa construtora, é de alta relevância, visto que empresas voltadas a essa área dependem, para consolidação dos seus empreendimentos, de fornecedores de materiais e serviços, externos a sua organização. Sendo assim, a utilização da filosofia do lean office, como ferramenta gerencial no setor de suprimentos, oferece às empresas construtoras uma vantagem competitiva em meio a presente situação do mercado. Dessa forma, este artigo avalia, a partir de um estudo de caso, o setor de suprimentos de uma empresa construtora, utilizando a ferramenta do mapeamento do fluxo de valor (value stream mapping). Para tanto, inicialmente foi realizado o mapeamento preliminar, o qual consiste em observar a sequência de todos os processos que compõem a cadeia de valor do setor estudado. Como estratégia, elaborou-se o mapeamento do fluxo de valor no estado presente que expõem os tempos de ciclo e de espera de todos os processos existentes no fluxo. Como resultado, foi desenvolvido um plano de ação, o qual pretende reduzir o lead time dos processos e criar novas rotinas administrativas, otimizando assim o setor de suprimentos da construtora estudada.

Palavras-chave: Setor de suprimentos, *Lean office*, Mapeamento do fluxo de valor.

ABSTRACT

In the current global context, the market is characterized by high competitiveness, easy access to information and high consumer demand. In view of this fact, the study of lean office, applied to the supply sector in a construction company, is highly relevant, since companies dedicated to this area depend for consolidation of their businesses, suppliers of materials and services, external from their organization. Under these circumstances, the use of lean office philosophy, as a management tool in the supply sector, gives construction companies a competitive edge amid the present market situation. This article intends to evaluate, from a case study, the supply sector of a construction company, using the value stream mapping tool. For this, first was made a preliminary mapping, which consists of observing the sequence of all the processes that make up the value chain studied. As a strategy, it was designed the value stream mapping in the present state which compose the cycle and standby times of all processes in the flow. As a result it was developed a plan of action, which aims to reduce the lead time of the processes and create new administrative routines, optimizing the supply sector of the studied company.

Keywords: Supply sector, *Lean office*, Value stream mapping.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o mercado se mostra cada vez mais competitivo. Esse fato faz com que as empresas busquem estratégias eficazes para melhoria de seus processos produtivos (ALVES, 2007). Uma das formas de aprimorar o sistema de produção de uma empresa é por meio da filosofia do *lean thinking* ou mentalidade enxuta. Esta teve início no Japão pós-guerra, entre as décadas de 40 e 80, mediante ao aporte financeiro dos Estados

Unidos para a recuperação econômica do país (LORENZON, 2008). Sendo assim, a partir do incentivo do presidente da Toyota Motor Company, e dos estudos realizados pelos engenheiros Eiji Toyoda e Taiichi Ohno, foi concebido o Sistema Toyota de Produção (STP), o qual utilizava-se dos conceitos enxutos em seus processos produtivos.

Segundo Ohno (1997), o Sistema Toyota de Produção caracteriza-se, principalmente, pela busca da eliminação de desperdícios, por meio, da produção de pequenos lotes e redução de estoques. Esses fatores foram fundamentais para que a *Toyota Motor Company* se tornasse competitiva perante as outras empresas automobilísticas. Liker (2005) aponta que este sistema destacou-se no mercado mundial na década de oitenta, por sua qualidade e eficiência, tornando-se um modelo de produção competitivo. Esse fato fez com que diversos estudiosos e empresas se interessassem pelo conceito enxuto, fazendo com que esta filosofia se disseminasse, ao longo do tempo, para áreas administrativas de escritório (*lean office*) e de construção (*lean construction*) (WOMACK, JONES, 1992).

A filosofia do *lean office* representa a utilização dos princípios enxutos em ambientes de escritórios, ou seja, na parte administrativa das organizações. Este, segundo Greef et al. (2012), diferencia-se do *lean manufacturing*, à mediada que, o foco não é mais voltado para o planejamento produtivo, e sim nos processos administrativos.

Nesse sentido aplicar o *lean office* no setor de suprimentos é relevante, uma vez que este setor é responsável por reunir esforços para interligar as empresas aos seus clientes, rede de distribuição e fornecedores, buscando vantagens no mercado cada vez mais competitivo (OLIVEIRA et al 2013). Na construção civil, a complexidade do setor, segundo Isato et al. (2002), dá-se a partir da grande quantidade e variedade de materiais, serviços e fornecedores envolvidos no processo; e ainda pelo caráter temporário das relações entre setor de suprimentos e fornecedores.

Dessa forma, este artigo apresenta um estudo de caso em uma empresa construtora, utilizando a ferramenta *lean*, do mapeamento de fluxo de valor no seu setor de suprimento. Pretende-se com isso, avaliar quais são os tempos de ciclo e de espera nos processos de produção que compõem o setor, bem como criar um plano de ação que objetiva a redução do lead time, a partir de alterações nas rotinas administrativas deficientes, otimizando assim, a eficiência do setor.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 *Lean office*

O *lean office* caracteriza-se pela utilização da filosofia do *lean thinking* modificada para ambientes administrativos, ou seja, de escritórios. Esta filosofia tem como objetivos principais, segundo Lago et al. (2008), reduzir custos, eliminar retrabalhos, minimizar problemas de comunicação, eliminar atividades desnecessárias (que não agregam valor aos processos do escritório), aumentar a produtividade, melhorar a eficiência das funções administrativas e utilizar da melhor forma a área de trabalho no ambiente de escritório. As principais barreiras a serem superadas para a implantação desta filosofia, segundo os mesmos autores, são: o monitoramento e o controle do fluxo de informações; mostrar às pessoas dos vários setores administrativos que o sistema utilizado pode ser otimizado; fazer com que estes profissionais percebam a necessidade de mudanças de atitudes relativas ao modelo anterior.

Tapping et. al. (2010) descrevem quais as etapas necessárias para que seja possível implantar a filosofia do *lean office*, são elas: **Comprometimento com a mudança:** representa a comunicação, permissão à experimentação e flexibilidade na aplicação de ferramentas *lean*; **Escolhida cadeia de valor:** está associada ao fluxo de informação em um determinado setor administrativo; **Aprender sobre *lean*:** os conceitos devem ser bem entendidos por todos os colaboradores envolvidos no processo; **Mapear o estado atual:** O mapa do estado atual expõe as unidades do processo de produção (tempo de processamento e transmissão da informação) por meio do uso de um conjunto de símbolos e ícones; **Identificar medidas de desempenho *lean*:** corresponde a determinação de métricas conhecidas, as quais ajudarão a atingir os objetivos da mentalidade enxuta. **Criar planos de Kaizen:** este passo pretende criar planos de ação, a fim de obter uma melhora contínua nos processos de produção (ferramenta *lean - kaizen*). É importante salientar que estes planos devem ser constantemente aprimorados e renovados mesmo após o desenho do mapa no estado futuro; **Implantar planos de Kaizen:** colocar em prática os planos de ação desenvolvidos no mapa do estado futuro. **Mapear o estado futuro:** Para o desenho correto deste mapa, três fases devem ser aplicadas, são elas: a fase de entendimento da demanda do cliente, a fase de implantação do fluxo contínuo para que o valor desejado pelo cliente seja estabelecido e a fase de nivelamento (distribuir igualmente o trabalho). O mapeamento do estado futuro deverá indicar onde serão usadas as ferramentas enxutas

2.2 Mapeamento do fluxo de valor

O mapeamento do fluxo de valor, segundo Duggan (2002), é uma ferramenta *lean*, que proporciona uma visão geral dos processos de produção, apontando os locais onde há desperdícios de produção, materiais, movimentação e informações, ou seja, etapas que não agregam valor do produto. Dessa forma, Silveira (2013) afirma que, o MFV nos auxilia a uma visualização das diversas oportunidades de melhorias ocultas nos processos de produção.

O mapa de fluxo de valor deve conter as seguintes informações, diz Silveira (2013), são elas: o processo de controle global; os fornecedores e seus métodos de entrega; os insumos dos fornecedores; os processos de trabalho, por meio do qual os materiais se movimentam; os desperdícios e saídas; os clientes e os métodos de entrega; o fluxo de informação que coordena as etapas de processo; os tempos médios necessários de cada processo; a quantidade de pessoas envolvidas no trabalho.

Para a compreensão plena do mapeamento do fluxo de valor é necessário que sejam explicados os conceitos de tempo de ciclo, lead time, tempo de espera e valor agregado. Segundo Tapping et. al. (2010), estes são descritos como: tempo de ciclo (TC) – É representado pelo tempo que passa do início até o término de uma atividade ou processo individual; tempo de ciclo total (TCT) – É entendido como o somatório de todos os tempos de ciclo dos processos ou atividades individuais inseridas em um fluxo de valor; tempo de espera (TE) – Este é atribuído ao tempo que uma unidade de trabalho aguardará para que o processo adiante esteja pronto para trabalhar com ela; *lead time* (TLT) – Representa a soma do tempo de ciclo total com o tempo de espera total; valor agregado (VA) – É obtido pela razão entre o tempo de ciclo total e o lead time. Este conceito é obtido em porcentagem e pode ser entendido como: qual a porcentagem, dentro do lead time (total do tempo de processamento de um pedido), é gasta em atividades que agregam valor.

2.3 Gestão do Setor de Suprimentos na construção civil

Segundo Oliveira et al. (2013), o setor de suprimentos é responsável pela gestão dos materiais e recursos de forma satisfatória ao longo do tempo, tendo uma influência significativa na manutenção do fluxo financeiro e a satisfação dos clientes. Isso se torna verdade, pois, segundo Santos (2008), a compra e aquisição dos materiais representa um custo aproximado de 50% do custo total da produção.

Ribeiro (2006) aponta que a gestão do setor de suprimentos na construção civil é deficiente, visto que a etapa executiva técnica estrutural absorve a maior parte da atenção. Essa deficiência, segundo a autora, acarreta em atrasos no ciclo de produção do empreendimento, uma vez que, antes de se dar início a qualquer operação de execução da obra, os materiais ou serviços de construção devem estar disponíveis e continuamente abastecidos para atender a demanda necessária. Dessa forma, Oliveira et. al. (2012), relata que o bom gerenciamento do setor de suprimentos pode significar aumento da eficiência da construtora por meio da redução das perdas e diminuição dos tempos de ciclo e espera, gerando assim, vantagens competitivas.

Segundo o mesmo autor, para que a aquisição dos materiais seja feita de maneira eficiente, alguns fatores importantes devem ser feitos, são eles: o atendimento quanto a qualidade e parâmetros dos itens solicitados; negociar ao máximo com os fornecedores a aquisição dos materiais, garantindo as melhores condições de compra e/ou contratação; avaliar e manter parcerias com fornecedores.

3 MÉTODO

Este artigo, apresentará um estudo de caso sobre o setor de suprimentos de uma empresa construtora, abordando a filosofia do *lean office*. Para isso, escolheu-se uma construtora que não possui a filosofia *lean* em seu ambiente administrativo nem em seu setor de suprimentos.

3.1 Descrição da empresa

Para o pleno entendimento de como a construtora funciona, foi elaborada uma entrevista inicial, levando-se em conta os seguintes fatores: localização, atuação no mercado, número de colaboradores, função e cargo destes dentro da empresa e região de atuação. Para sua estrutura organizacional, foi realizada a departamentalização matricial, que corresponde a uma estrutura composta de dois ramos, são eles: o ramo vertical que correspondem as atividades funcionais, e o ramo horizontal, o qual representa as atividades de produto, ou seja, a divisão setorial da empresa. Dessa forma entende-se por departamentalização matricial a pluralidade de chefes para cada funcionário (Guerrini, 2008).

3.2 Mapeamento do fluxo de valor presente

Após o primeiro contato com a empresa e a compreensão de seu funcionamento, foi elaborado o mapeamento de fluxo de valor presente do setor de suprimentos, medindo e identificando os seguintes aspectos: as pessoas e fornecedores envolvidos no processo de suprimento das empresas; todas as partes e fases do processo de produção tanto no escritório quanto na resposta do fornecedor; os tempos que os funcionários e fornecedores levam para a realização de cada parte do processo de produção; a necessidade e a inter-relação entre as partes do processo e os clientes presentes na cadeia de valor; o tempo de resposta entre todas as partes envolvidas no processo de suprimentos. Com os dados obtidos, foi possível desenhar o mapa de fluxo de valor

presente e calcular o tempo de ciclo total, o tempo de lead time total e o valor agregado do setor estudado.

3.3 Plano de ação (*kaizen*)

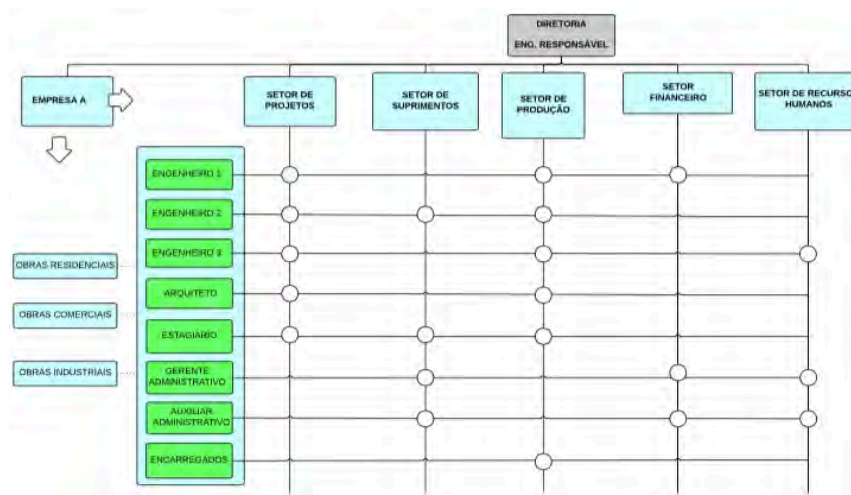
O plano de ação foi elaborado a partir do mapeamento do fluxo de valor no estado presente. Este pretende verificar todos os gargalos presentes na cadeia, e quais as melhores opções de mudança (planos *kaizen*), a serem aplicadas, para a redução do tempo de ciclo e de espera, ou seja, do lead time.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 A empresa

A construtora estudada é de pequeno porte, localizada na cidade de Tietê – SP. Esta atua na gerência e realização de projetos diversos, em empreendimentos comerciais, industriais e residenciais de alto padrão. A sua região de atuação compreende as cidades de Tietê, Cerquillo, Porto Feliz, Laranjal Paulista, Jumirim, Piracicaba e Sorocaba. Por se tratar de uma empresa de pequeno porte, ela não possui uma departamentalização formal, entretanto, ao observá-la, pôde-se perceber uma certa estrutura entre seus colaboradores. Essa estrutura mostrou que um funcionário responde a mais de um chefe. Sendo assim, para esta dissertação, elaborou-se uma departamentalização matricial para a empresa estudada, como pode ser observada na figura 1

Figura 1– Departamentalização Matricial da Empresa

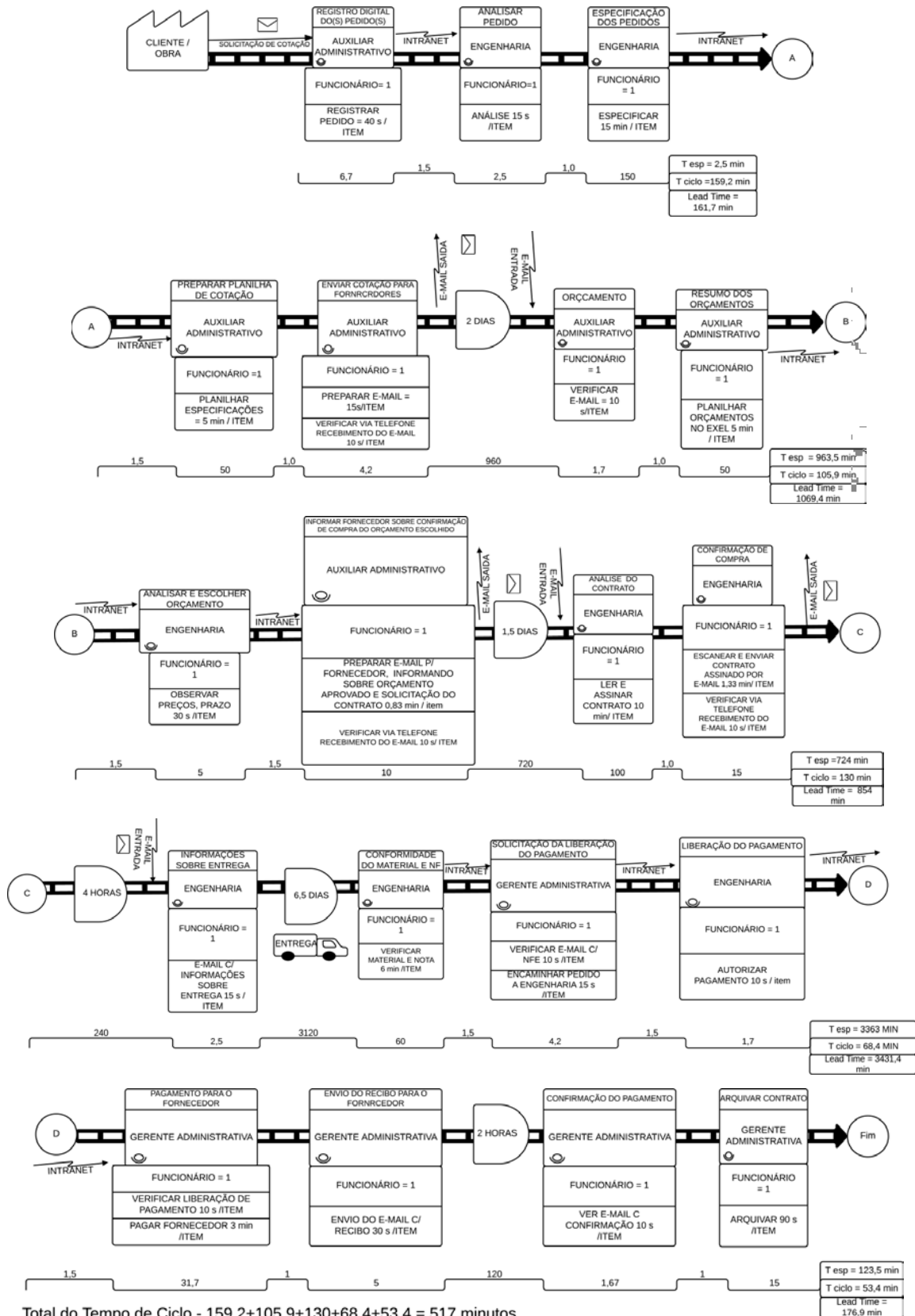


Fonte: Autor

4.2 Mapeamento do fluxo de valor presente

Para a elaboração do mapa no estado presente (Figura 2) foram considerados o processamento de 6 pedidos por semana, cada qual com 10 itens. Foi atribuído ainda que não houvesse atrasos na execução das entregas e dos serviços. Os dados foram obtidos pelas médias dos tempos de processamento durante um período de um mês, considerando-se que um dia de trabalho equivale a 8 horas. A construtora estudada também forneceu alguns dados relevantes como o tempo de entrega dos materiais e respostas dos fornecedores.

Figura 2- Mapeamento Do Fluxo De Valor Presente



Total do Tempo de Ciclo - 159,2+105,9+130+68,4+53,4 = 517 minutos
 Total do Tempo de Espera - 2,5+963,5+724.3363+123,5 = 5.176,5 minutos
 Total do Lead Time - 161,7+1069,4+854+3431,4+176,9 = 5.693,5 minutos

Fonte: AUTOR

A partir do mapa no estado presente, foram obtidos os seguintes resultados: tempo de ciclo total de 517 minutos (soma de todos os tempos de ciclo dos sub processos, A, B, C e D), um lead time de 5.693,5 minutos, ou 11,8 dias (soma de todos os *lead times* dos sub processos, A, B, C e D) e um valor agregado de 9,1%, ou seja, apenas 9,1% das atividades agregam valor ao processo de produção do setor, o restante corresponde a atividades de espera, as quais podem ser divididas em tempo resposta dos fornecedores, entrega dos materiais e transmissão de informação entre os processos.

4.3 Proposta de um plano de ação.

A partir dos resultados obtidos no mapeamento de fluxo de valor no estado presente, foram criados planos de ação, a fim de aperfeiçoar o setor de suprimentos da empresa. Este plano possui as seguintes metas:

- Aperfeiçoar a relação entre fornecedor e construtora, por meio da criação de um sistema simplificado de cotação de compra, orçamento, aprovação e pagamento dos pedidos. Isso se torna relevante, pois a porcentagem do tempo de espera de resposta do fornecedor corresponde a 39,4 % do tempo de espera total.
- A atividade que demanda maior período de espera é o tempo de entrega do material na obra, 6,5 dias, o que corresponde a 60,3 % do total do tempo de espera. Isso ocorre, pois a empresa realiza uma média do tempo de entrega dos materiais sem diferencia-los. Dessa forma este plano sugere que os materiais sejam separados em três grupos, são eles: materiais de entrega imediata (1 dia), materiais de entrega intermediária (2-5 dias) e materiais de entrega planejada (acima de 5 dias). Esta proposta é feita nesse plano para que a empresa tenha maior precisão em seu planejamento de pedido dos materiais.
- Eliminar etapas errôneas no processo de produção. Processos que não agregam nenhum tipo de valor a cadeia de suprimentos;
- Mudança de colaborador em um processo específico, ou seja, em alguns dos processos observou-se que o funcionário que estava desempenhando aquela função deveria ser outro. Essa medida foi adotada a fim de reduzir a quantidade de etapas de transmissão da informação.
- Adição de um colaborador em um processo específico. Em etapas de elevado tempo de ciclo foi adicionado um colaborador, na tentativa de reduzir no tempo de ciclo.
- Implantação da verificação automática de recebimento de e-mail, ou seja, quando o e-mail é recebido pelos fornecedores, automaticamente uma mensagem de confirmação de entrega é enviada à construtora.

5 CONCLUSÃO

Tendo em vista o mapeamento do fluxo de valor no estado presente, é possível perceber algumas deficiências no setor de suprimentos dessa empresa. Estas ocorrem principalmente pela falta de parcerias sólidas com seus fornecedores, existência de passos desnecessários no processo de produção, falta de uma divisão da tipologia do material com relação ao seu tempo de entrega e o emprego de mais de um colaborador desempenhando um mesmo processo específico. A ideia do plano de ação apresentado é reduzir as falhas citadas anteriormente e aprimorar continuamente o processo de produção do setor, por meio da elaboração de um mapa de fluxo de valor no estado

futuro, o qual deve estar em constante evolução (*kaizen*). A construtora esta começando a colocar em prática os planos de ação desenvolvidos, no entanto ainda não há dados suficientes para elaboração do mapa de fluxo de valor no estado futuro.

É evidente que a filosofia do *lean office*, quando aplicada ao setor de suprimentos de uma empresa, trará benefícios, pois facilitará a visualização dos processos falhos e oportunidades de melhorias na cadeia produtiva como um todo.

REFERÊNCIAS

- ALVES, A. C. **Projecto Dinâmico de Sistemas de Produção Orientados ao Produto**. 2007. 319f. Tese (Doutorado em Engenharia e Produção de Sistemas) - Universidade do Minho. Braga, Portugal, 2007.
- DUGGAN, K. J. **Creating Mixed Model Value Streams: practical Lean Techniques for building to Demand**. 1 Ed. Nova Iorque: Productivity Press, EUA, 2002, 206 f.
- GREEF, A. C.; FREITAS, M. C. D.; ROMANEL, F. B. **Lean Office: operação, gerenciamento e tecnologias**. São Paulo: Atlas ED., 2012, 224f.
- GUERRINI, F. M.; ESCRIVÃO FILHO, E. **Gestão e Organização na Era da Informação**. São Carlos: SEP - EESC - USP, 2008. v. 1. 371 f.
- LAGO, N.; CARVALHO, D.; RIBEIRO, L. M. M. **Lean Office**. Revista Gestão e Conhecimento on-line. 2008. Disponível em: <http://dps.uminho.pt/ArtigosRevistas/LeanOffice>
- LIKER, J. K. **O Modelo Toyota: 14 princípios de gestão do maior fabricante do mundo**. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 2005, 316 f.
- LORENZON, I. A. **A Medição de Desempenho na Construção Enxuta: Estudos de Caso**. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). UFSC, São Carlos. 2008.
- OHNO, T. **O Sistema Toyota de Produção: além da produção em larga escala**. Tradução Cristina Schumacher. 1 ed. Porto Alegre: Bookman, 1997, 145f.
- OLIVEIRA, N. L. X. C.; MICHEL, M. H. **O Papel Estratégico do Setor de Suprimentos em uma Empresa Prestadora de Serviços: Um Estudo de Caso em uma Empresa do Ramo de Locação de Geradores**. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ADMINISTRAÇÃO. XXVI, 2013. Ponta Grossa. Anais... Paraná, Brasil.
- OLIVEIRA, P.H.; SANTOS, M. A.; PERDIGÃO, J. G. L.; PERDIGÃO, M. L. P. B. Processo Decisório Empresarial: Um Estudo Na Área Comercial de Uma Multinacional de Pneus. In: SIMPÓSIO DE EXCÉLENCIA EM GESTÃO E TECNOLOGIA - SEGeT. IX. 2012. Resende, Anais...Rio de Janeiro.
- RIBEIRO, P. K. P. **Gerenciamento do Ciclo de Aquisição de Materiais na Produção de Edifícios**. 2006. 144p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, São Paulo, 2006.
- SANTOS A.P.; JUNGLES, A. E. **Como Gerenciar as Compras de Materiais na Construção Civil**. 1. Ed. São Paulo: pini, 2008. 116 f.
- SILVEIRA Cristiano B. **Mapeamento do Fluxo de Valor**. – Disponível em: < <http://www.citisystems.com.br/mapeamento-fluxo-valor/>> publicado em: 13/04/2013. Acessado em 12/06/2014.
- TAPPING, D.; SHUKER, T. **Lean Office: Gerenciamento do Fluxo de valor para áreas administrativas - 8 passos para planejar, mapear e sustentar melhorias Lean nas áreas administrativas**. São Paulo: Leopardo Ed., 2010.186f.
- WOMACK, J.P.; JONES, D.T.; ROOS, D.A **Máquina que Mudou o Mundo**. 5 Ed. Rio de Janeiro, Editora Campus Ltda. 1992, 342f.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MAPEAMENTO DO FLUXO DE VALOR NA ANÁLISE TÉCNICA DE EMPREENDIMENTOS HABITACIONAIS POPULARES.

Value Stream Mapping in the technical analysis of popular housing projects.

AGOSTINHO, Henrique Leite (1); PICCHI, Flávio Augusto (2)

(1) Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo - Universidade Estadual de Campinas – Campinas, SP, Brasil - e-mail: henriqueleitea@ig.com.br (2) Professor Doutor - LAGERCON - DAC/FEC/UNICAMP e Vice-Presidente - Lean Institute Brasil. e mail: fpicchi@lean.org.br

RESUMO

A incorporação de empreendimentos habitacionais de interesse social tem se tornado cada vez mais complexa para tornar aderente o uso da moradia a sua finalidade mais ampla dentro de centros urbanos. Exigências ligadas à qualidade da construção, sofisticação legal, preocupação com impacto urbano e a busca por um menor custo de manutenção para o condômino sob o limite de custos de investimento na construção são alguns dos fatores que interagem, embora de maneira mútua, objetivos distintos. A aquisição de unidades habitacionais beneficiando famílias com baixa renda tem regulamentação conjunta estabelecida pelo Governo Federal por meio de seus ministérios. O programa conta com a participação de diversos atores. Dentro de um cenário bastante pressionado pela falta de terrenos e custos desafiadores, o programa se identifica como atrativa oportunidade para construtoras. O objetivo do trabalho é adequar a ferramenta MFV (Mapeamento do Fluxo de Valor) às características existentes na incorporação de empreendimentos imobiliários de interesse social, sob a ótica da instituição desenvolvedora/incorporadora e identificar pontos fracos e oportunidades dentro do universo estudado e propondo um novo modelo de abordagem deste processo. O uso da ferramenta MFV possibilita gerir com maior eficácia a apreciação e desenvolvimento de projetos com diferentes condições de implantação (condição do terreno, por exemplo) e “*expertise*” do proponente construtor (“*know-how*”). O trabalho contribui para fomentar discussões na fase de planejamento de empreendimentos habitacionais.

Palavras-Chave: Programa Minha Casa Minha Vida, Mapeamento de Fluxo de Valor, Redução do tamanho de lote.

ABSTRACT

The incorporation of housing projects of social interest has become more complex in trying to make adherent the use of homes as its more expanded purpose in urban centers. Requirements related to the quality of construction, legal sophistication, concern with urban impact and the search for a lower cost of maintenance for the joint owner under the investment costs limit in construction are some of the factors that interact, although in a mutual way, with different objectives. The acquisition of housing units benefiting low-income families have jointed rules established by the Federal Government through their ministries. The program includes the participation of several actors. Within a scenario quite depressed by the lack of land and costs, the program is identified as an attractive opportunity for developers. The objective is to adapt the MFV tool (Value Stream Mapping) to existing features in real estate

developments of social interest, from the perspective of the developer institution / developer, and identify weaknesses and opportunities within the universe studied and proposed a new approach to model this process. The use of MFV tool enables more effectively at management of assessment and development of projects with different deployment conditions (ground condition, for example) and expertise builder tenderer (know-how). The work helps foster discussions in the planning phase of housing developments.

Keywords: *Minha Casa Minha Vida Programme, Value Stream Mapping, Reduction of bath size.*

1. INTRODUÇÃO

O Programa Minha Casa Minha Vida tem como objetivo a aquisição de unidades habitacionais beneficiando famílias com renda de até R\$ 1.600,00 (um mil e seiscentos Reais) e com regulamentação conjunta estabelecida pelos Ministérios das Cidades, da Fazenda, e do Planejamento, Orçamento e Gestão, observada as condições estabelecidas na legislação (BRASIL, Decreto nº 7.499, 2011) (BRASIL, Lei nº 11.977, 2009).

O programa conta com a participação de diversos atores. A União, através da alocação de recursos por área do território nacional com base em déficit habitacional e contagem populacional obtidos, respectivamente, junto à Fundação João Pinheiro/Mcidades e ao IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). O Estado desenvolve parceria no aporte, Municípios cuidam do cadastramento e enquadramento das famílias para validação utilizando as informações do Cadastro Único – CADÚNICO e outros cadastros. As construtoras apresentam os projetos, atividade que pode ser realizada em conjunto com estados e municípios. Após análise simplificada, a instituição financeira contrata a operação (Caixa Econômica Federal).

Atuando dentro de um cenário bastante pressionado pela falta de terrenos e preços desatualizados (TAKAHASHI, 2013), o programa identifica-se como atrativa oportunidade para diversas construtoras (OSCAR, 2014). O fornecimento de um produto essencialmente provido pela indústria doméstica resulta numa segurança a seu desenvolvimento perante flutuações cambiais estrangeiras (United Nations Human Settlements Programme (UN-HABITAT), 2013).

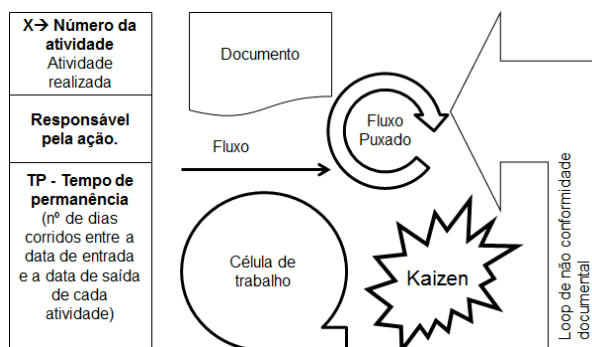
O presente trabalho propõe o uso da ferramenta Mapeamento de Fluxo de Valor (MFV) para análise do estado presente e proposição de sugestões para um fluxo futuro/ideal dentro da análise de empreendimentos habitacionais, sob a ótica da instituição desenvolvedora/incorporadora, identificando pontos fracos e oportunidades dentro do fluxo.

1.1. Produção Enxuta e Mapeamento de Fluxo de Valor: Princípios.

Um fluxo de valor é toda a ação necessária para transformar um produto por todos os fluxos essenciais de seu processamento, independente desta ação agregar ou não valor ao produto. O Mapeamento de Fluxo de Valor é uma ferramenta simples (lápiz e papel) que ajuda a entender o fluxo do material/serviço. (ROTHER; SHOOK, 2003).

O uso de ícone e de ferramenta gráfica (software) auxilia o registro do fluxo, em etapa imediatamente posterior a anteriormente proposta. Para o presente trabalho foi adaptada simbologia elaborada em trabalho anterior de natureza similar (LACERDA, 2013).

Figura 1 - Ícones e nomenclaturas adaptados para o mapeamento do estado atual e futuro.



Fonte: Adaptado de LACERDA (2013)

1.2. Fluxo de Valor no desenvolvimento de empreendimentos.

Identificar problemas e criar processos mais eficientes na etapa de desenvolvimento de empreendimentos não é uma tarefa das mais simples (LEITE; BARROS NETO, 2013). Espera-se ainda encontrar dificuldade para adaptar a ferramenta MFV à natureza do processo de projeto, decorrente de sua característica de realização das atividades simultâneas, iterativas e cíclicas (BULHÕES; PICCHI, 2013).

A ferramenta MFV permite visualizar o fluxo de forma sistêmica, possibilitando no ambiente de construção a redução de desperdício de matéria prima, excesso de estoque e proposição de melhorias entre outros benefícios (PASQUALINI, 2005). A experiência de sua aplicação na indústria já mostrou que a ênfase do princípio fluxo de valor, usando-se a ferramenta MFV é um importante instrumento para propiciar essa necessária visão sistêmica (PICCHI, 2003).

Tal requisito, compreendendo a transformação cultural dentro de órgãos públicos com relação à otimização dos processos, apresenta-se como desafiador, conforme já apontado em outros trabalhos (FONTANINI; PICCHI, 2005). Sua aplicação especificamente a projetos de interesse social gera a expectativa da redução de retrabalho e tempo de profissionais gastos com atividades que não agregam valor (LIMA, 2010).

O comprometimento com o *lean* torna a abordagem do negócio mais competitiva, grande potencial de aplicação no ambiente administrativo, determinação em eliminar desperdício, encoraja o envolvimento dos participantes e possibilita o controle das atividades pelos empregados envolvidos (TAPPING; SHUKER, 2003).

2. METODOLOGIA

A metodologia consiste no acompanhamento do desenvolvimento do trabalho de análise de empreendimentos habitacionais dentro de um agente governamental financiador do programa, contando com entrevistas e consultas a outros agentes ligados ao programa e envolvidos diretamente no fluxo administrativo da documentação.

O MFV para ambientes administrativos deve ser desenvolvido de forma similar ao utilizado na manufatura (SHOOK, 2004). De forma análoga, os processos e insumos da

manufatura correspondem a processamentos e documentos gerados dentro do ambiente administrativo. Nada mais é do que o planejamento e a aplicação de iniciativas *Lean* na captura sistemática de dados e análise. O MFV consiste em oito passos (TAPPING; SHUKER, 2003):

- (1) Comprometimento com o *lean*;
- (2) Escolha do fluxo de valor;
- (3) Aprendizado sobre *lean*;
- (4) Mapeamento do estado atual;
- (5) Identificação de medidas de desempenho *lean*;
- (6) Mapeamento do estado futuro;
- (7) Criação dos planos de *Kaizen*;
- (8) Implementação dos planos de *Kaizen*;

Por uma razão estrutural pré-existente e inerente à organização, a aplicação dos passos (1) e (3) ficaram comprometidas, suprimidas na presente proposição. Pela mesma razão, suprimido o passo (8).

A abordagem propõe a discussão de um MFV tomando como ideais a estrutura dos atores envolvidos. Faz-se necessário este cuidado, procurando-se desta forma focar o estudo nas observações à ferramenta e ao processo em detrimento de qualquer observação a estruturas governamentais ou políticas eventualmente envolvidas.

2.1. Mapa de fluxo – estado atual.

A relação de documentos a serem fornecidos pela construtora deve compreender, para produto para família com renda até R\$ 1.600,00 (CAIXA ECONÔMICA FEDERAL).

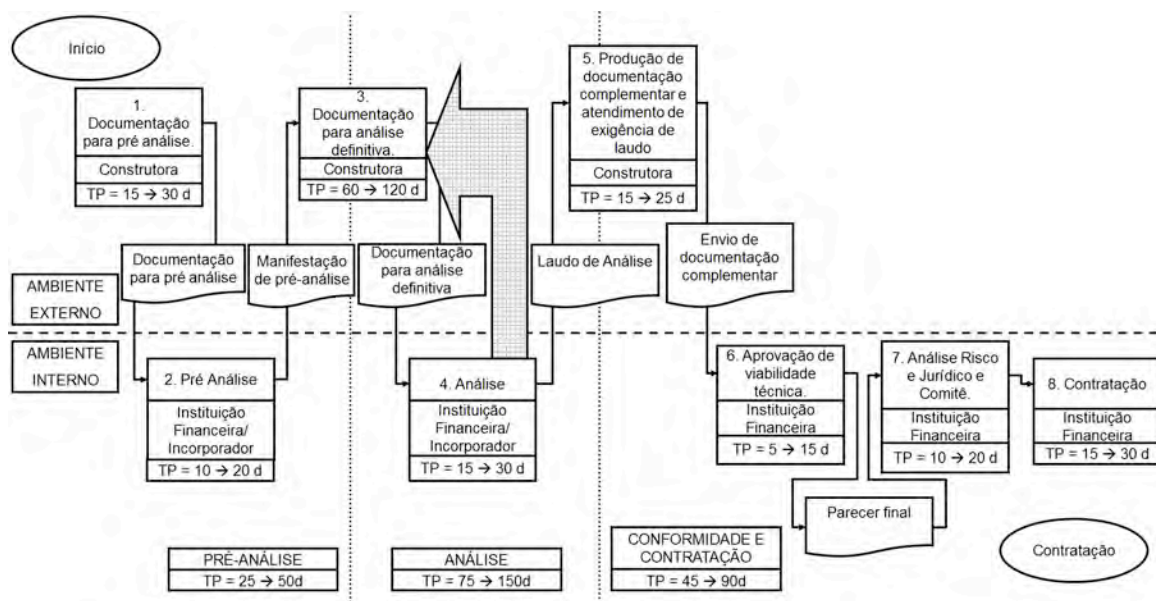
Quadro 1 – Documentação técnica para aprovação de empreendimentos habitacionais.

- Ficha-resumo e projeto arquitetônico.
- Projeto do trabalho social, quando couber.
- Matrícula do terreno.
- Planilha de orçamento e cronograma.
- Levantamento planialtimétrico e implantação.
- Viabilidade de água, esgoto e energia.
- Licença ambiental, quando necessária.
- Quadro de áreas.
- Taxa de análise.
- Memorial descritivo.
- Projetos complementares (instalações) serão necessários apenas para a contratação.

Parte da documentação a ser apresentada foi identificada como de pleno domínio dos processos do proponente, enquanto que outra parte da documentação depende de órgãos externos e dos prazos característicos dos mesmos. A fase de contratação pode ser ainda dividida em duas fases. Na fase inicial, o proponente deve entregar toda a documentação que caracterize a viabilidade do empreendimento (principalmente no que tange às questões legais e a custo da obra). Eventual documentação que não impacte no custo do empreendimento pode ser entregue até a contratação do mesmo.

O desenvolvimento do estado atual do MFV pode ser observado na Figura 2.

Figura 2 - Mapa de Fluxo - Estado atual



2.2. Mapa de fluxo ideal/futuro.

Baseado no diagnóstico obtido por meio de entrevistas e acompanhamento do desenvolvimento da análise de empreendimentos pode ser proposto um estado futuro/ideal do fluxo de valor. Para criar o MFV do estado futuro, uma série de questões devem ser levantadas, por exemplo (TAPPING; SHUKER, 2003):

- Em quais etapas pode ser usado Fluxo Contínuo?
- Quais atividades departamentalizadas podem ser reunidas em células?
- É possível “puxar” (produzir sob demanda) alguma parte do fluxo?
- Quem demanda cada atividade?
- Onde o fluxo não puder ser contínuo, pode ser “puxado” por algum tipo de sinalização?
- Quais melhorias (*Kaizens*) devem ser implementadas?

As ferramentas de sustentação para esse estado futuro serão:

- o trabalho padronizado (atividades e sequencia, ritmo, inventário padrão);
- o gerenciamento visual (programação e controle de andamento, qualidade);
- a adoção de uma sistemática de melhorias (identificação rápida de problemas, comunicação direta para a resolução, melhoria rápida pelos operadores, padronização da melhoria).

Um gargalo identificado é a apreciação de documentação diversa (sob o domínio da construtora e sob domínio de agente externo) numa mesma fase. Verifica-se ainda que a *expertise* do construtor influencia no tempo de atendimento da conformidade de sua documentação, bem como diferente situação de posse e condições de localização do terreno acarretam diferentes prazos de análise. A segregação desta fase e a consequente redução do tamanho do lote (trabalho em células) pode ser identificado como um bom instrumento para reduzir tempo de análise.

O Quadro 2 apresenta sugestão de criação de lotes diferentes conforme autonomia/domínio de seu agente responsável.

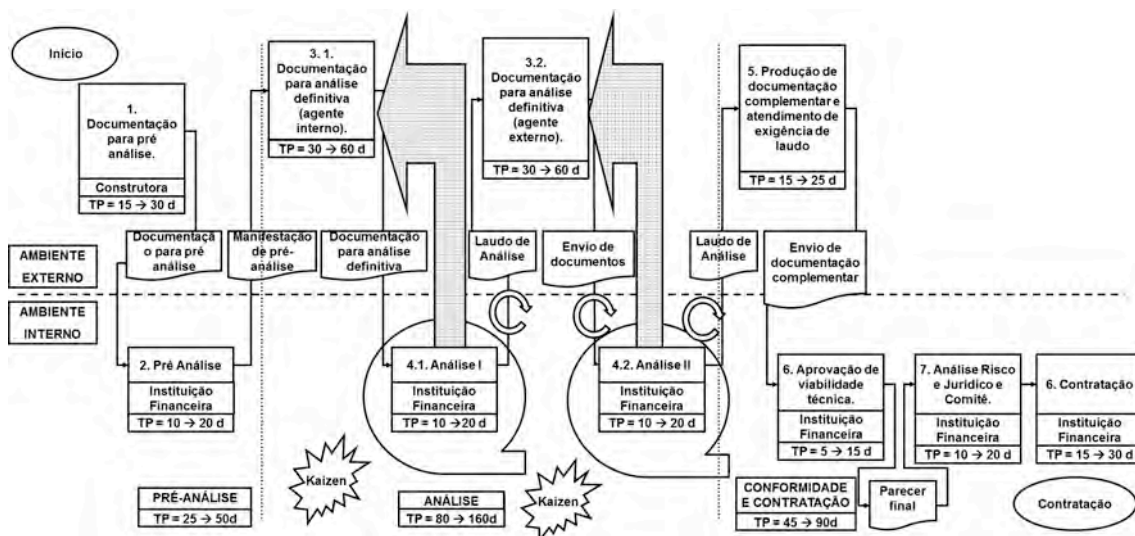
Quadro 2 - Fases e domínio de informações na análise técnica.

Fase	Documentação	
	Domínio de construtora	Domínio de agente externo
Análise Técnica de Viabilidade	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ficha-resumo e projeto arquitetônico. ▪ Projeto do trabalho social, quando couber. ▪ Matrícula do terreno. ▪ Planilha de orçamento e cronograma. ▪ Levantamento planialtimétrico e implantação. ▪ Quadro de áreas. ▪ Taxa de análise. ▪ Memorial descritivo. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Viabilidade de água, esgoto e energia. ▪ Licença ambiental, quando necessária.
Contratação	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Projetos complementares (instalações) ▪ ART Projeto de arquitetura/Acessibilidade 	

A criação de células permitiria a obtenção de um fluxo puxado no desenvolvimento da análise. Para menores lotes de análise, a finalização em sequencia de cada lote acarretaria na demanda natural do lote subsequente.

Baseado nesta nova conformação de células é possível obter o Mapa de Fluxo Ideal/Futuro.

Figura 3 - Mapa de Fluxo Ideal/Futuro.



Observa-se que o Mapa de Fluxo Ideal/Futuro sugere a criação de células de trabalho, resultado da segregação de documentação apresentada na análise. A contradição que se cria reside no fato de que o novo MFV passa a ter mais etapas do que o MFV inicial, impondo numa primeira análise mais uma etapa de alimentação e processamento dentro do fluxo. Como contrapartida e identificando como vantagens ao aparente contracenso,

as etapas passam a ser menores e mais objetivas, potenciais fatores para a redução no retrabalho de análise e confecção de documentação.

2.3. Discussão de resultados

A criação de célula de trabalho traria como benefício a possibilidade de especialização dos trabalhos dentro da célula, à medida que os processos internos a esta se encontrariam melhor delimitados. Esta delimitação pode acarretar num fluxo puxado, de modo que tanto as informações necessárias como aquelas geradas pela célula fiquem melhor definidas.

Para a obtenção dos benefícios propostos pela ferramenta *lean* faz-se necessário o rearranjo organizacional e de comunicação com a construtora, propondo a compatibilização da forma e melhor momento de apresentação da documentação com o arranjo das células de trabalho.

Embora não esperada, identifica-se ainda a possibilidade de “nivelamento da produção” dentro do processo. O produto apresentado por diferentes proponentes tem conteúdo similar (o objeto do presente estudo está restrito ao Programa Minha Casa Minha Vida) mas, no entanto, cada proponente possui estrutura de suporte e *know-how* no segmento em diferente estágio de conhecimento. O tratamento de um fluxo diferenciado para proponentes diversos pode simplificar tanto o trabalho de análise como o do próprio proponente.

2.4. Conclusões

A viabilidade técnica da estruturação de empreendimentos habitacionais está condicionada a diversos fatores (disponibilidade de terreno, condições ambientais, *expertise* e solidez de construtoras) que isoladamente podem minar qualquer expectativa quanto ao sucesso do empreendimento. Identificar e mensurar estes riscos se torna fator determinante para um negócio que imobiliza grande recurso financeiro para sua consolidação.

Conhecer e, mais importante, atuar sobre o fluxo alinha expectativas e possibilita melhor aproveitamento dos prazos e conseqüentemente custos de desenvolvimento dos projetos habitacionais.

A ferramenta de Mapeamento do Fluxo de Valor permite identificar lotes e, a partir destes, desenvolver a redução do tamanho dos mesmos, separando responsabilidades dentro do projeto.

Desta forma, vislumbra-se diante do fluxo apresentado a possibilidade de desenvolver com maior eficácia a apreciação e desenvolvimento de projetos com diferentes condições de implantação (condição do terreno, por exemplo) e condição do proponente construtor (*know-how*).

Como proposta para trabalhos futuros pode ser proposto o MFV dentro de cadeias mais específicas no presente segmento do programa (empreendimento com menos e mais que

500 unidades com a aquisição de terreno), incrementando-se diferentes mapas para condições específicas do universo de desenvolvimento do projeto.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. **Decreto nº 7.499, de 16 de junho de 2011**. Regulamenta dispositivos da Lei no 11.977, de 7 de julho de 2009, que dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida, e dá outras providências.

BRASIL. **Lei nº 11.977, de 7 de julho de 2009**. Dispõe sobre o Programa Minha Casa, Minha Vida – PMCMV.

BULHÕES, I. R.; PICCHI, F. A. (2013). **Redução do tamanho do lote em projetos como estratégia de implementação do fluxo contínuo em sistemas pré-fabricados**. Ambiente Construído, 161 - 175.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL. **Minha Casa Minha Vida (Cartilha)**. Disponível em: <http://www.chicomacena.com.br/documentos/minha_casa_minha_vida_2.pdf>. Acesso em: 6 mai. 2015.

FONTANINI, P. S.; PICCHI, F. A. (2005). **MAPEAMENTO DO FLUXO DE APROVAÇÃO DE PROJETOS NA PREFEITURA**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Porto Alegre, RS, Brasil.

TAKAHASHI, P. (2013) **Construtoras enfrentam entraves e 'Minha Casa, minha vida' está parado em Contagem**.

<http://estadodeminas.lugarcerto.com.br/app/noticia/noticias/2013/11/10/interna_noticias,47651/construtoras-enfrentam-entraves-e-minha-casa-minha-vida-esta-parado.shtml>. Acesso em: 3 nov. 2014.

OSCAR, N. (2014) **Construtoras desconhecidas ganham mercado com Minha Casa, Minha Vida**. Disponível em: <<http://economia.estadao.com.br/noticias/geral,construtoras-desconhecidas-ganham-mercado-com-minha-casa-minha-vida,1548980>>. Acesso em: 3 nov. 2014.

LACERDA, S. D. (2013). **Proposição de melhorias na fase de pré construção em universidade pública utilizando o Mapeamento de Fluxo de Valor: Estudo de Caso**. Dissertação de Mestrado. Campinas.

LEITE, K. P.; BARROS NETO, J. d. (2013). **VALUE STREAM IN HOUSING DESIGN. Product Development and Design Management**, pp. 419 - 428.

LIMA, M. M. X. et al. **Mapeamento do fluxo de valor do projeto executivo de arquitetura em um órgão público**. Gestão & Tecnologia de Projetos, v. 1, p. 24-55, 2010.

PASQUALINI, F. (2005). **Fluxo de Valor na construção de edificações: estudo de caso em uma construtora de Porto Alegre/RS**. Dissertação de Mestrado. Brasil.

PICCHI, F. A. (2003). **Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção**. Ambiente Construído, v. 3 (n. 1), 7 - 23.

ROTHER, M.; SHOOK, J. (2003). **Aprendendo a Enxegar**. (FERRO, J. R.; Rodrigues, T., Trans.) Lean Institute Brasil.

SHOOK, J. (2004). <http://www.lean.org>. Disponível em: <http://www.lean.org/Library/Helpful_Hints_on_Mapping_off_the_Plant_Floor.pdf>. Acesso em 30 nov. 2014.

TAPPING, D.; SHUKER, T. (2003). **Value stream management for the lean office: 8 steps to planning, mapping and sustaining lean improvements in administrative areas**. New York: Productivity Press.

UNITED NATIONS HUMAN SETTLEMENTS PROGRAMME (UN-Habitat). (2013). **SCALING-UP AFFORDABLE HOUSING SUPPLY IN BRAZIL: THE 'MY HOUSE MY LIFE' PROGRAMME**. Nairobi, KENYA: United Nations Human Settlements Programme.



ANÁLISE DE CANTEIROS DE OBRAS COM O USO DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL E MAPEAMENTO DE FLUXO

ARAÚJO, Alexandre V. (1); VIVAN, André L.(2); ORTIZ, Felipe A. H. (3) PALIARI, José C. (4)

(1) e-mail: alexandre_vicentini@hotmail.com, (2) e-mail: andre.vivav@ufscar.br, (3) e-mail: pipealtas@hotmail.com, (4) PPGECiv – UFSCar, e-mail: jpaliari@ufscar.br

RESUMO

Geralmente, a análise de desempenho de sistemas de produção pode ser feita com o uso de ferramentas, como o Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV), para a análise da situação atual do sistema e visualização de potenciais melhorias. No entanto, algumas questões relativas ao comportamento do sistema de produção podem não serem respondidas pelo MFV devido à sua análise estática da situação, o que pode dificultar a proposição de melhorias. Assim, este artigo promove a análise e diagnóstico de um canteiro de obras com o auxílio da simulação computacional e compara os resultados desta ferramenta, com aqueles obtidos com o uso do MFV. Trata-se de uma pesquisa experimental alimentada por dados coletados em um canteiro de obra no interior do estado de São Paulo, além de informações fornecidas pela empresa construtora responsável. O principal resultado e a contribuição deste artigo são representados pela possibilidade de análise dinâmica do canteiro de obras e, portanto, as verificações relativas ao transporte, trabalhos em progresso e uso de recursos físicos podem ser feitas de maneira mais precisa com a simulação computacional, que pode ser utilizada como ferramenta complementar ao MFV, fornecendo possibilidades de melhorias mais eficazes para a empresa.

Palavras-chave: Simulação, Melhorias, Canteiros de obras.

ABSTRACT

Generally, the performance analysis of production systems can be made with the use of tools, such as Value Stream Mapping (VSM), for the analysis of the current situation of the system and viewing of potential improvements. However, some issues concerning the behavior of the production system may not be answered by VSM due to its static analysis of the situation, which can make it difficult to propose improvements. Thus, this article promotes the analysis and diagnosis of a construction site, with the aid of computational simulation and compares the results of this tool, with those obtained with the use of VSM. This is an experimental research powered by collected data at a construction site in the state of Sao Paulo, in addition to the information given by responsible construction company. The main results and the contribution of this article are represented by the possibility of dynamic analysis of construction site and, therefore, the inspections related to transport, work in progress and use of physical resources can be made more accurately with the computational simulation, which can be used as complementary tool to VSM, providing opportunities for more effective improvements for the company.

Keywords: Simulation, Improvements, Building sites.

1 INTRODUÇÃO

Considera-se que um dos primeiros passos para se introduzir os princípios *Lean*, como

veículos de melhorias no sistema produtivo, seja por meio da aplicação de uma ferramenta denominada Mapeamento do Fluxo de Valor (MFV) (PICCHI, 2003). Rother e Shook (2003) afirmam que o uso do MFV é muito importante, pois retrata o estado atual do processo de produção, ajuda na identificação dos desperdícios, mostra a relação entre fluxo de material e o fluxo de informação e visualiza mais do que simplesmente os processos individuais, possibilitando o entendimento do processo produtivo como um todo.

No entanto, o MFV, devido às suas características conceituais, pode não retratar ou não ser tão preciso em seus resultados devido a algumas características ou acontecimentos no sistema de produção. Estes atributos ou fatos são típicos de ambientes dinâmicos, como os canteiros de obras, e não condizem com a análise estática que os resultados do MFV fornecem, apesar de serem, inegavelmente, importantes. É fato que esta ferramenta foi concebida para retornar resultados rápidos, permitindo que o profissional tenha um panorama geral do que está acontecendo em seu objeto de análise. Portanto, dispendir um intervalo de tempo relativamente grande para a obtenção de resultados com o MFV, demonstra um esforço que não condiz com a precisão e as informações que tal ferramenta pode fornecer.

Desta forma, a simulação computacional surge como uma alternativa ao MFV. A simulação pode modelar o canteiro de obras afim de que os atributos e fatos dinâmicos possam ser representados e, em alguns casos, previstos nos resultados. Dooley (2002) mostra que com a simulação, portanto, os pesquisadores podem deduzir, com maior precisão, o que poderá ocorrer em situações reais se uma proposição de intervenção for implementada. Assim, para análises mais precisas e mais condizentes com o comportamento de sistemas de produção, a simulação computacional se mostra como uma ferramenta mais apropriada que o MFV.

Portanto, o presente artigo promove o diagnóstico de um canteiro de obras voltado para unidades habitacionais com o uso da simulação computacional como ferramenta para tanto. Os resultados desta simulação foram comparados com os resultados obtidos com o uso do MFV neste mesmo canteiro de obras. Tais resultados também mostram que a simulação, apesar de ser uma ferramenta mais complexa sob o ponto de vista da aplicação, fornece resultados mais precisos além de ser possível ter acesso a outras métricas e dados que não fazem parte do escopo do MFV. Por consequência, a prevenção do comportamento do canteiro de obras e o projeto das melhorias se tornaram mais claros com a simulação. Considera-se os resultados desta análise importantes para a Construção Civil, pois, como será visto, a simulação não é uma ferramenta de uso corrente no setor, mas que se mostra apropriada não só para a análise e proposição de melhorias, mas também para o planejamento do canteiro de obras.

2 OBJETIVOS, MÉTODO E ESTRATÉGIA DE PESQUISA

Objetivo deste artigo é promover o diagnóstico e proposições de melhorias em um canteiro de obras com o auxílio da simulação computacional e comparar os resultados desta ferramenta com a análise e melhorias obtidas com o uso do MFV com o intuito de se demonstrar o comportamento de uma ferramenta pouco conhecida ou utilizada na Construção Civil.

O método de pesquisa é definido pela coleta de dados no próprio canteiro de obras, para os quais foram realizadas observações relativas ao comportamento do canteiro de obras. Estas observações foram necessárias para se entender a dinâmica das equipes de

trabalho, seus componentes, os transportes, as esperas por parte das equipes e a regularidade e duração das inspeções dos serviços. Isto foi feito após 5 visitas ao longo de 10 dias. Para a coleta destas informações os pesquisadores observaram as atividades do canteiro e registraram as informações utilizando cronômetros (medindo o tempo gasto para a realização das tarefas) e máquina fotográfica. De posse dos dados, foram elaborados um modelo de simulação, que procurou representar as condições do canteiro de obras e um MFV do estado atual. O modelo foi simulado no software ProModel® fornecendo resultados para a comparação com o MFV atual. Finalmente, com a comparação, foram feitas algumas análises a respeito do comportamento das duas ferramentas.

Com relação à estratégia de pesquisa associada aos resultados, a mesma pode ser definida como experimental. Isto pode ser justificado, pois o presente artigo parte da hipótese de que a simulação computacional pode representar uma ferramenta em que fornece algumas vantagens frente ao uso do MFV no que tange a análise, planejamento e melhoria de sistemas de produção. Como afirma Gil (2010), a pesquisa experimental consiste em determinar o objeto que será estudado (hipótese), selecionar as variáveis que podem influenciar este objeto e definir as formas de controle e observação que estas variáveis podem produzir no objeto determinado.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Mapeamento do Fluxo de Valor

Uma das formas de se visualizar atividades de transporte, esperas, inspeções, estoques, trabalhos em progresso etc., em um processo de produção é por meio da aplicação do MFV. Esta ferramenta facilita a percepção dos desperdícios na produção e, conseqüentemente, permite sua administração com o objetivo de reduzir ou eliminar as atividades de fluxo. O MFV é largamente utilizado na indústria de produtos seriados, pois retrata o comportamento dos processos que estão sendo analisados. Seu uso é muito frequente para a avaliação da produção das empresas (fábrica), visando, principalmente, tempos de ciclo e desperdícios.

Samaniego *et al.* (2005) destacam o MFV como o ponto de partida para encontrar, dentro da cadeia produtiva, os desperdícios e, conseqüentemente, permitir a proposição de soluções. Yu *et al.* (2009) afirmam que o MFV é a ferramenta mais utilizada em processos de planejamento dentro do ambiente *Lean.*, auxiliando os profissionais a pensarem a respeito dos fluxos do sistema de produção, implementando soluções para um sistema enxuto por completo, ao invés de se aplicar as ferramentas *Lean* isoladamente.

No entanto, é fato que um sistema de produção, como um canteiro de obras é entendido como algo dinâmico sendo constantemente atingido por fatos que não foram previstos durante o projeto e/ou planejamento. Neste sentido o MFV não é uma ferramenta capaz de analisar ou prever o comportamento do sistema, de maneira que o profissional fica sempre refém de novos processos de coleta de dados e posterior análise.

3.2 Simulação

Para Dooley (2002), a simulação permite que pesquisadores assumam a complexidade organizacional de um determinado sistema como sendo um dado que irá contribuir para a proposição. White Jr. e Ingalls (2009) consideram que a simulação é uma ferramenta

para o estudo de modelos projetados, tendo em vista que se assemelha muito a pesquisas de campo, exceto pelo fato de que o sistema em observação é substituído por um modelo que pode ser tanto físico quanto computacional. Assim, a simulação envolve a criação de um modelo que imita o comportamento ou situação que está sendo estudada, possibilitando a observação e entendimentos dos resultados (WHITE JR.; INGALLS, 2009).

4 RESULTADOS

4.1 Resumo do Canteiro de Obras

O empreendimento caracteriza-se por ser um condomínio fechado, localizado na cidade de Limeira-SP, constituído por 76 casas de médio padrão com dois pavimentos, totalizando 120 m² de construção cada casa. As habitações foram construídas em alvenaria estrutural de bloco de concreto, compostas de três suítes, sala de estar, sala de jantar, varanda, lavabo e banheiro de serviço. Optou-se por considerar a unidade de produção (o lote) como sendo o conjunto de duas casas pelo fato da construtora iniciar tais unidades desta forma, ou seja, duas casas por equipe de produção e, sendo assim, o canteiro de obras era composto por 38 lotes, dos quais 5 foram objeto de análise e coleta de dados. Durante o período de visitas no canteiro, a análise ficou limitada à concretagem da laje do primeiro pavimento, pois esta era, portanto, a atividade mais avançada na obra. Assim, as demais atividades analisadas durante as visitas foram identificadas por: viga baldrame, alvenaria de embasamento, contrapiso, alvenaria do térreo, laje do térreo, alvenaria do primeiro pavimento, além da laje do primeiro pavimento.

Foram coletados dados relativos ao tempo de execução das tarefas acima descritas. A coleta foi feita, como descrito no método de pesquisa, durante cinco visitas realizadas em um intervalo de dez dias. Ainda com relação aos processamentos, além dos tempos cronometrados, foram levantadas outras informações como equipes responsáveis por cada atividade e quantidade de operários de cada equipe. Inerente ao processamento, também foram observados os fluxos de transporte de materiais entre os estoques e os lotes de processamento, o que permitiu, também, a identificação tanto de estoques de materiais quanto estoques de trabalho. Assim, de posse destas informações, foram desenvolvidos os modelos de simulação e os MFV's, dos quais foram obtidos os resultados para comparação.

4.2 Resultados do MFV atual

Com base no MFV, determinou-se a composição do *lead time* de apenas um lote. A Tabela 1 mostra os tempos, em horas e dias, de cada um dos componentes do *lead time* e, adicionalmente mostra-se a sua composição porcentual dentro do mesmo. Estes valores foram obtidos a partir da média dos valores apresentados nas 5 unidades de produção analisadas, tanto para as atividades de fluxo quanto para as atividades que agregam valor ao cliente interno e ao cliente final.

De fato, além dos dados numéricos que podem ser extraídos do MFV, com o mesmo, o profissional também pode analisar transportes, pontos de estoques e índices de produtividade nos processos. Neste caso, o MFV permitiu, principalmente, a identificação dos meios de transporte de materiais para os lotes em construção e pontos de formação de estoques intermediários, além de um panorama geral do comportamento

atual do canteiro de obras. No entanto, tais análises são estáticas e muitas delas não são imediatas, como aquelas que podem ser visualizadas no mapa, exigindo alguns cálculos e/ou comparações por parte do profissional. Como exemplo disso pode ser citada a análise de atividades de transporte, na qual o profissional fica restrito apenas ao que está e como está sendo transportado determinado material.

Tabela 1 – Resultados numéricos do MFV

Composição Lead Time	Tempo (horas)	Tempo (dias)	Percentual
Atividades de processamento	223.9	24.9	21.3%
Atividades de fluxo	813.1	90.3	77.4%
Fluxo de operações	13.3	1.5	1.3%
Lead time	1050.3	116.7	100%

Fonte: Autores

No entanto, tais análises são estáticas e muitas delas não são imediatas, como aquelas que podem ser visualizadas no mapa, exigindo alguns cálculos e/ou comparações por parte do profissional. Como exemplo disso pode ser citada a análise de atividades de transporte, na qual o profissional fica restrito apenas ao que está e como está sendo transportado determinado material.

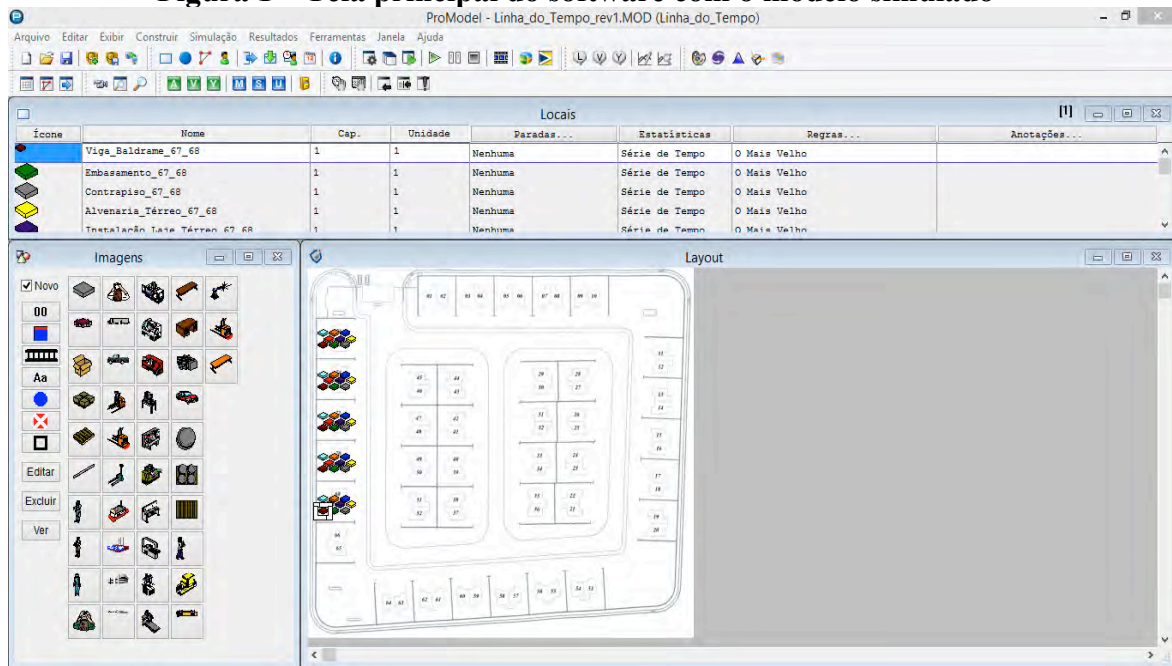
4.3 Resultados da Simulação

O primeiro passo para a simulação foi a construção do modelo computacional. Este modelo, de acordo com o conceito da ferramenta, deve representar o desempenho do sistema de produção, o qual foi observado durante as visitas técnicas. Uma característica da simulação computacional é representada pelo fato de que há a necessidade do profissional conhecer o software que fornecerá os resultados. Para o presente artigo, portanto, o modelo teve de se adequar aos comandos do software ProModel®. Assim, foi inserida no software a planta básica do canteiro de obras. Com base nesta planta, os autores identificaram os lotes de produção que foram objeto de análise e, nestes lotes, foram inseridos os comandos do ProModel® pertinentes à representação da dinâmica da obra observada nas visitas. Os mesmos processos utilizados no MFV atual foram inseridos no software, sendo estes alimentados pelos seus respectivos tempos de produção. Além destes dados, o modelo também contou com a inserção dos tempos de espera (formação de trabalho em progresso) entre os processos. Dessa forma, a Figura 1 ilustra a tela principal do software, representando uma das etapas da construção do modelo, com a definição do processos analisados em cada uma das unidades de produção utilizadas no estudo.

Destaca-se que a simulação também incorporou todos os 5 lotes observados nas visitas, para que o software analisasse o desempenho do modelo com atividades acontecendo simultaneamente em lotes diferentes. Isto pode ser considerado uma vantagem para com o MFV, no qual, na melhor das hipóteses, poderia ser feita uma média quando há a necessidade de se analisar atividades em vários lotes diferentes. Assim, o modelo abstraído, foi simulado e o software retornou diversos resultados e análises. Dentre os diversos resultados oferecidos, selecionaram-se dois dos mais interessantes para efeito de análise do desempenho dos 5 lotes utilizados como objeto de estudo. Na Figura 2

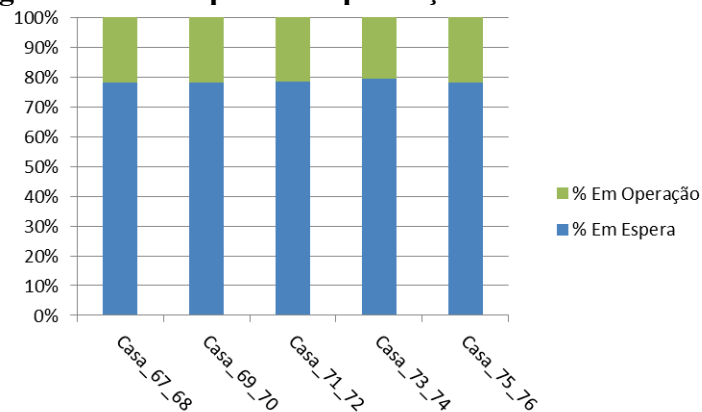
está representado o gráfico que representa o comportamento da produção nos lotes analisados ao longo de toda a duração das atividades descritas.

Figura 1 – Tela principal do software com o modelo simulado



Fonte: Autores

Figura 2 – Desempenho da produção nos lotes analisados

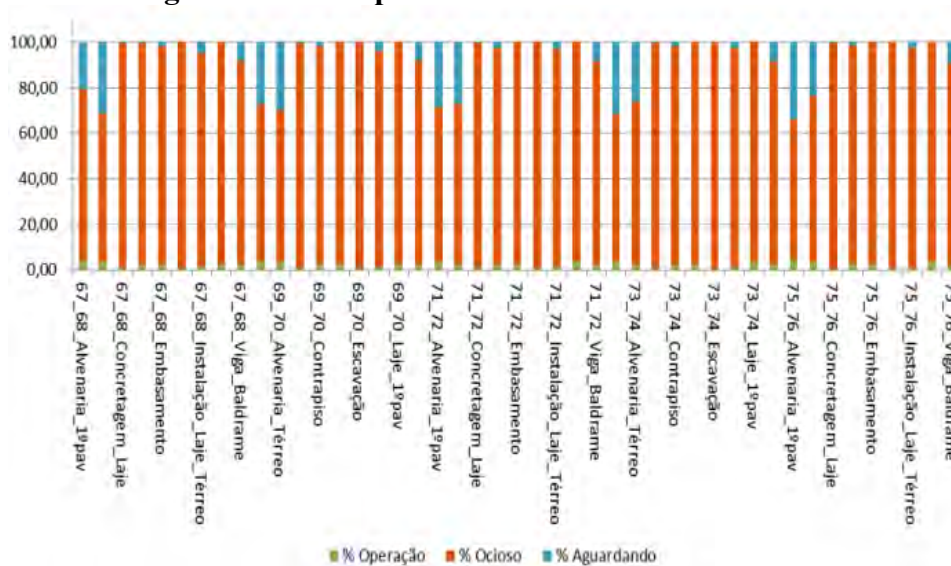


Fonte: Autores

O gráfico da Figura 2 mostra que ao longo do tempo total de duração das atividades, cada lote analisado passou, em média, cerca de 78,42% do tempo em espera. Esta espera está relacionada com altos índices de trabalho em progresso, ou seja, entre uma atividade e outra, há estocagem de serviços finalizados. Além disso, o gráfico também mostra que, em média, em apenas 21,58% do tempo total, houve processamento das tarefas nestes lotes. Nota-se uma correspondência com relação aos índices apresentados pelo MFV, na Tabela 1, como esperado. Um segundo gráfico pode ser visto na Figura 3. Neste gráfico há uma maior riqueza de detalhes com relação aos desperdícios de tempo durante a execução das atividades executadas em cada lote. Neste gráfico notam-se três porcentagens: operação, ocioso e aguardando. Destaca-se que a parcela identificada como “ocioso” é um resultado fornecido especificamente pelo ProModel®, sendo definido pela diferença entre a soma dos tempos de processamento e os tempos de

espera, com o tempo total da atividade, dividido pelo total de dias gastos para a conclusão de todos os lotes (*lead time*).

Figura 3 – Desempenho das atividades em cada lote



Fonte: Autores

Com a análise da Figura 3, notam-se, claramente, a falta de um fluxo ordenado da construção, excessivos tempos de espera e ociosidade e consequente formação de estoques intermediários (trabalhos em progresso). Ou seja, há uma grande porcentagem de perdas na atual condição do canteiro de obras. De fato, estes fatores foram comprovados durante as visitas técnicas, onde foram observados longos períodos de ociosidade por parte das equipes responsáveis por cada lote, seja devido ao sistema de transporte de materiais, seja devido à falta de frentes de serviço. Destaca-se que com os resultados apresentados pelo software, foi possível analisar o desempenho da obra sob o ponto de vista dinâmico. Além destes resultados apresentados, o software permite que o profissional analise o desenvolvimento das atividades através do ajuste na “velocidade de simulação”, possibilitando a observação de interfaces e interferências entre recursos e processos em um ambiente, no qual diversos lotes de produção e/ou atividades de processamento estão acontecendo ao mesmo tempo.

5 CONSIDERAÇÕES

O objetivo principal deste artigo foi mostrar que existem meios de se analisar e diagnosticar um sistema de produção de forma precisa. Neste caso, elaborou-se uma comparação entre uma ferramenta, representada pelo MFV, que vindo sendo utilizada em diversas pesquisas acadêmicas voltadas para a Construção Civil e a simulação computacional. Para isso, ambas as ferramentas foram aplicadas na análise de um canteiro de obras voltado para a produção de 76 casas. Foram coletados dados pertinentes ao estudo e os mesmos alimentaram a elaboração do MFV atual e do modelo de simulação. Com o desenvolvimento do MFV atual, algumas informações puderam ser prontamente coletadas, como pontos de estoque, índices de produtividade das equipes, meios de transporte. No entanto, um dos principais resultados do MFV é numérico e representa os tempos relativos aos processamentos e aos desperdícios. Outras informações puderam ser retiradas do MFV, mas estas não foram imediatas e demandaram pelo processamento secundário tanto dos dados coletados quanto dos

resultados do MFV. No caso da simulação os dados coletados estruturaram o modelo que foi abstraído das condições reais do canteiro de obras analisado. A grande vantagem da simulação fica por conta de que o comportamento de várias atividades de processamento podem ser analisadas ao mesmo tempo para lotes diferentes. Além disso, há a possibilidade de aplicação de curvas estatísticas nos tempos atribuídos às atividades, promovendo variações na produtividade dos operários, fator este que ajuda no ganho de precisão dos resultados finais.

Analisando o processo de desenvolvimento das duas ferramentas e os resultados obtidos, notam-se duas distinções muito claras que são relativas à qualidade dos resultados e complexidade de execução. No caso do MFV, notou-se que o processo de elaboração é muito mais rápido e prático, podendo ser, até mesmo, desenvolvido no próprio canteiro de obras. Porém, seus resultados são relativamente simples e fornecem apenas um panorama da situação atual do sistema de produção. Já para a simulação foi observado que a elaboração do modelo é uma atividade muito mais complexa quando comparada com o MFV, envolvendo, também, o conhecimento por parte do profissional do software que está sendo utilizado, além do que, o profissional deve saber abstrair as informações do canteiro para o modelo de simulação, sem que o comportamento do sistema seja substancialmente alterado. Mas em termos de resultado, a simulação fornece muito mais informações, sem que sejam necessárias diferentes análises, sendo isto possível, obviamente, por ser uma ferramenta computacional.

Assim, entende-se que, dependendo da necessidade, seja interessante que as empresas trabalhem com as duas ferramentas. Utilizando o MFV como uma primeira etapa do processo de análise e diagnóstico, e a simulação como ferramenta de complementação desta análise para posterior projeto, análise e implementação das melhorias necessárias. Além disso, o uso da simulação computacional é considerado importante para a Construção Civil pelo fato da mesma não ser de uso corrente entre os profissionais da área, contribuindo, principalmente, para melhorias no campo de tomada de decisões.

REFERÊNCIAS

- DOOLEY, K. Simulation research methods. In: BAUM, Joel (Ed.). **Companion to Organizations**. Blackwell. London. 2002.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- PASQUALINI, F.; **Mapeamento do Fluxo de Valor na Construção: Estudo de Caso em uma Construtora Brasileira**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2005.
- PICCHI, F. A. Oportunidades da aplicação do Lean Thinking na construção. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v.3, n.1, p. 7-23, jan./mar.. 2003.
- ROTHER, M.; SHOOK, J. **Learning to see: value stream mapping to create value and eliminate muda**. Lean Enterprises Inst Incorporated. 2003.
- SAMANIEGO, C.; GRANJA, A.D.; PICCHI, F.A. **Integração da gestão da Fabricação e Montagem de Peças de Concreto Pre-fabricado In-situ Usando Conceitos Lean Thinking**. Simposio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2005.
- WHITE JR., K. P.; INGALLS, R. G. Introduction to simulation. **Proceedings of the 2009 Winter Simulation Conference**. 2009.
- YU, H.; TWEED, T.; AL-HUSSEIN, M.; NASSERI, R. Development of lean model for house construction using value stream mapping. **Journal of Construction Engineering and Management**. 9 p. August, 2009.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

DESARROLLO DEL MÓDULO GESTIÓN LOGÍSTICA INTERNO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN EN LA PLATAFORMA GICO

BOTERO, Luis Fernando (1); VÁSQUEZ, Alejandro (2)

(1) Universidad EAFIT, (57 4) 2619500 ext. 9659, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co

(2) Universidad EAFIT, e-mail: avasqu12@eafit.edu.co

RESUMEN

Con la finalidad de integrar los procesos de gestión de calidad, ambiental, salud y seguridad con la gestión de la producción, se desarrolló, en el año 2006, el sistema de información en plataforma web GICO (Sistema de gestión integrada para la industria de la construcción), a partir de la recolección de datos en tiempo real, mediante dispositivos móviles. La utilización de esta plataforma como herramienta de aplicación de los principios de construcción sin pérdidas en la constructora Conconcreto S.A. representó una mejora sustancial en la productividad de la empresa. Sin embargo, se identificó el abastecimiento interno en obras como un campo con desperdicios evitables desligado del sistema de gestión, lo cual imposibilitaba conectar, desde el momento de la planificación, la información relacionada con el manejo del inventario, la distribución de materiales en obra, tiempos operativos en la gestión de entradas y salidas de almacén, tiempos de entrega de los materiales, entre otros. El presente artículo expone el desarrollo del módulo Gestión logística interna en obras de construcción, de la plataforma GICO, y los hallazgos al respecto de los impactos de su aplicación en una obra piloto.

Palabras-clave: Sistema integrado de gestión, logística interna en obra, Construcción sin pérdidas

ABSTRACT

In order to integrate the processes of quality management, environmental, health and safety with production management system, using the web GICO (integrated management system for construction industry) that was developed in 2006. This system captures data in real time through mobile devices and smartphones. The use of this platform as a tool for implementing the Lean Construction principles in Conconcreto S.A. has represented a substantial improvement in business productivity. However, the material supply creates wastes and found detached to Production management system, which made it impossible to connect, from the time of planning, the information related to inventory, the distribution of materials on site, materials delivery times, etc. This paper presents the development of logistic management module for construction projects connected to GICO Web, and the impact of the implementation in a pilot construction project.

Keywords: Management integrated system, Construction Logistic, Lean Construction

1 INTRODUCCIÓN

El presente artículo expone el desarrollo del módulo Gestión logística interna en obras de construcción en la plataforma GICO. Para ello se hizo un acercamiento teórico conceptual a los fundamentos de la gestión logística y su aplicación al sector de la construcción. Se llevó a cabo un análisis de los procesos de logística interna identificados en obras de la constructora Conconcreto S.A., y se hizo el levantamiento de requisitos para el nuevo desarrollo. Finalmente, se seleccionó una obra de la

constructora, en la cual, a manera de prueba piloto, se implementó el nuevo sistema logístico con la finalidad de medir los impactos causados.

2 ANTECEDENTES

A partir del año 2002 los conceptos de Lean Construction fueron conocidos por empresas constructoras colombianas y en algunas de ellas comenzaron a ser implementados. Asimismo, las condiciones contractuales impuestas por algunas entidades públicas en el tema de certificación de calidad, las obligaciones de los empleadores en cuanto a la seguridad y salud ocupacional y la presión por el aumento de la productividad y la competitividad como estrategia de supervivencia en los mercados, condujo a las empresas del sector de la construcción en Colombia al desarrollando e implementación aislada de algunos sistemas de gestión.

Bajo este contexto y por iniciativa del grupo de investigación en gestión de la construcción Gescón, de la Universidad EAFIT y un grupo de doce empresas constructoras colombianas se llevó a cabo en el año 2006 el desarrollo del Sistema de gestión integrada en la construcción GICO, que integra los procesos de calidad ambiental, salud ocupacional y seguridad, con la planificación y control de la producción, bajo los principios de Lean Construction, a través de la utilización de la herramienta de planificación y control Last Planner, como núcleo fundamental del sistema. GICO funciona a partir de un sistema de información en ambiente web y la utilización de dispositivos móviles para la captura de datos de obra en tiempo real, y presenta como características básicas la planificación como eje central del sistema, el controla solo de lo planificado y la generación de estadísticas en tiempo real. Sin embargo, el sistema de gestión descrito no integraba los procesos logísticos internos de las obras de construcción.

3 GESTIÓN LOGÍSTICA

3.1 Fundamentos de gestión logística

Siempre ha existido la necesidad, en cualquier estructura de empresa, de optimizar los recursos para reducir los costos en la cadena de valor y maximizar la utilidad. Lo anterior implica la introducción del concepto de logística como “el proceso de planificación, ejecución y control de procedimientos para el transporte y almacenamiento eficaz y eficiente de mercancías y de servicios y la información relacionada, desde el punto de origen, hasta el punto de consumo, con el fin de ajustarse a los requisitos del cliente” (CSCMP, 2010).

El concepto Lead Time se define como “el tiempo total que transcurre entre la colocación de un pedido y su recepción”, incluyendo también los procesos de órdenes de pedido, preparación y transporte (CSCMP, 2010). Derivado de este, el Lead Time Gap es la brecha en el tiempo de espera para que el cliente cuente con el producto terminado, anterior al Lead Time de pedido. La filosofía Just in time, se desarrolló a partir de la necesidad que tenía la empresa Toyota de disminuir el Lead Time Gap a partir de la eliminación de actividades que no agregaran valor dentro de la cadena productiva.

La aplicación de estos conceptos a la industria de la construcción, a través de la filosofía Lean Construction, tiene como principal objetivo maximizar el valor eliminando los

desperdicios generados en las obras. Este objetivo se busca en cada una de las fases de un proyecto de construcción, incluyendo el abastecimiento. La logística, como parte del abastecimiento, es el proceso aplicado para garantizar el suministro, almacenamiento y distribución de los recursos a los frentes de trabajo. Comprende además la estimación de cantidades y la gestión de los flujos físicos de producción (Orihuela y Ulloa, 2011). El concepto de logística aplicado a la construcción comprende procesos externos a la obra y procesos al interior de esta. La logística interna se encarga de los flujos físicos y de las informaciones necesarias para la ejecución de los procesos constructivos, contemplando actividades de almacenamiento, transporte interno, manipulación y control de los insumos (Cardoso, 1996).

3.2 Gestión logística aplicada a proyectos de construcción

La aplicación de los conceptos de gestión logística a proyectos de construcción, desde el estudio de los procesos de gestión, la aplicación de nuevos sistemas de gestión, sus implicaciones, el uso de herramientas tecnológicas de información y comunicación, entre otros, han sido objeto de diversos estudios y proyectos de aplicación. Algunos de ellos son relacionados a continuación.

Koskela (1997) y Melles (1997) aplicaron los conceptos desarrollados por la compañía Toyota para su cadena de producción en la gestión de la cadena de suministro de la construcción. Taylor y Bjornsson (1999) plantearon un sistema de mejora del inventario dentro de la cadena de suministro a partir de la transmisión de información vía internet. O'Brien (1999) presenta la gestión de la cadena de suministro como herramienta para la reducción de costos, el aumento del control y la consecución de la planificación deseada. Vrijhoef y Koskela (2000) exponen que la cadena de suministro de la construcción genera gran cantidad de desperdicios y problemas, que son generados en etapas anteriores a la actual y como consecuencia de un deficiente control. Arbulu, et al. (2003) proponen la aplicación de las técnicas de reingeniería de procesos y la gestión de la cadena de suministro, para la eliminación de ineficiencias en la cadena de suministro de la construcción. Sobotka y Czarnigowska (2005) exponen algunos problemas logísticos presentados en proyectos de construcción, ligados especialmente a sistemas de abastecimiento. Los resultados presentados son obtenidos a partir del estudio de rutinas de abastecimiento de contratistas. Lejeune y Yakova (2005), a partir de la teoría Fiske de las formas relacionadas, proponen una tipología de configuración de la cadena de suministro. Cutting-Decelle, et al. (2007), hacen una revisión de diferentes enfoques para la aplicación de tecnologías de comunicación a la cadena de suministro, utilizadas en la industria manufacturera, y exponen un análisis de la aplicación de estas a la industria de la construcción. Mossman (2007) presenta experiencias de la gestión logística en la construcción, en el Reino Unido, planteando enlaces con herramientas como Last Planner. Analiza la contribución que la gestión logística puede dar en la optimización de los procesos constructivos, reduciendo al mínimo la generación de residuos y el uso de energía. Concluye que la herramienta Last Planner es ante todo un sistema de planificación logística. Mossman (2008) define siete flujos críticos a controlar para garantizar el éxito en la construcción: materiales, personal, información, equipo, condiciones externas, espacio y trabajo previo. Plantea que la gestión logística en construcción atiende los primeros cuatro flujos (materiales, personal, información y equipo), y facilita implícitamente el control de un quinto flujo (condiciones externas).

Asimismo, se encuentran implementaciones de la gestión logística en proyectos de construcción a partir de la aplicación de estrategias para la planificación de materiales,

como el Material Logistics Plan, MLPs (Harker, Allcorn y Taylor, 2007). Al igual que planteamientos para la planificación de la cadena de suministro para el control de los flujos establecidos en el plan logístico (materiales, personas, información y equipo), en donde, con el objetivo de cumplir con el tiempo logístico, se busca fortalecer todo tipo de relaciones existentes entre cada uno de los actores de la cadena de suministro (O'Brien, London y Vrijhoef, 2002), (Vicedo, Langa y Tomás, 2005), (Sullivan, Barthorpe y Robbins, 2010).

El software Logística wi-fi, diseñado por la Corporación de desarrollo tecnológico, CDT, es un caso de aplicación de TIC enfocada en los procesos logísticos de aprovisionamiento de frentes de obra, conformada por los procesos de planificación, abastecimiento, recepción, salidas, distribución y administración. “Fue diseñado para realizar vales de consumo desde los distintos frentes de trabajo a la bodega de la obra, mediante el uso de dispositivos móviles (PDA) que se comunican con bodega a través de una red inalámbrica” (CDT, 2006).

3.3 Implementación de herramientas TIC y software de gestión en la logística de proyectos de construcción

La logística de los proyectos de construcción implica la manipulación de un volumen de datos considerable que no conviene manejar en forma manual por razones de productividad, claridad y consistencia en la administración de la información. La cantidad de variables que intervienen en la operación del sistema logístico para planificación de materiales, y en sí, las variables que intervienen en cualquier proceso constructivo justifican la automatización de la información; de esta forma se suprimen procesos administrativos que no agregan valor y que adicionalmente interrumpen la labor de los profesionales encargados de la ejecución de obra.

Las tecnologías de información y comunicación TIC emergen como una solución. Existen diversos paquetes tecnológicos y herramientas de soporte para el control de cada uno de los flujos logísticos en obra; es muy común la utilización de software de control y programación, contabilidad, gestión de materiales, personal, entre otros. Sin embargo, no es común encontrar en los proyectos una integración entre los distintos frentes de información, lo cual necesariamente genera pérdidas. Si la información de cada uno de los sitios se logra transmitir en forma remota al centro de trabajo del residente de obra, y este a su vez transmite esta información a los profesionales encargados de la gestión logística y demás labores administrativas, el flujo logístico de información se agiliza, favoreciendo los demás flujos logísticos.

La idea de consolidar la información a partir de TIC y de suprimir actividades de gestión logrando así la reducción del tiempo total transcurrido entre la solicitud de un pedido y su despacho, se logra integrando el software de gestión logística con el software planificador de recursos empresariales ERP. De esta manera se puede garantizar que los pedidos se hagan en forma remota y se evita la intermediación de varios agentes de control que redundan información y demoran las solicitudes de abastecimiento.

4 SISTEMA DE GESTIÓN LOGÍSTICA

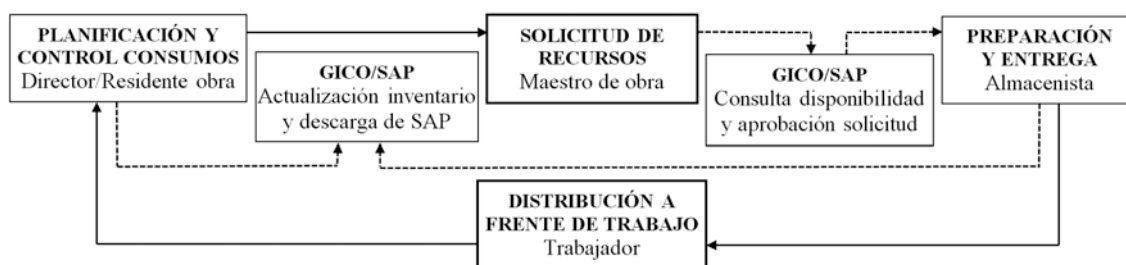
El sistema de gestión logística desarrollado tuvo como fundamento el análisis de los procesos de logística interna llevados a cabo tradicionalmente en obras de construcción, con la finalidad de que el nuevo sistema armonizara en la mayor medida posible con los

procesos a los que el personal de obra está habituado, así como procurando que su implementación no interfiriera con el normal desarrollo de los proyectos.

La Figura 1 muestra un esquema general de la tradicional cadena logística a nivel interno, es decir, sin considerar la labor de proveedores de insumos. El proceso tiene como eje central la solicitud de recursos y la distribución de dichos recursos a los frentes de trabajo. Para ello el maestro de obra elabora un vale de salida que es llevado por el trabajador al almacenista, quien, en caso de contar con el recurso solicitado, hace la entrega para que sea transportado al frente de trabajo. Además, la cadena logística requiere que el recurso entregado sea descargado de los inventarios, para ello el vale de salida entregado al almacenista debe enviarse al director de la obra quien, tras asignar el código presupuestal, lo devuelve al almacenista para realizar la descarga del inventario.

Este proceso de aprovisionamiento constituye un elemento a mejorar, debido a características como grandes distancias entre el almacén y los frentes de obra, manejo de inventarios y procesos de soporte administrativos, realizados manualmente; indispensables para contar con un continuo aprovisionamiento de recursos. Las cuales se traducen en ineficiencias, como horas hombre de trabajo pérdidas debido a la no disposición de materiales mínimos para el desarrollo de la labor.

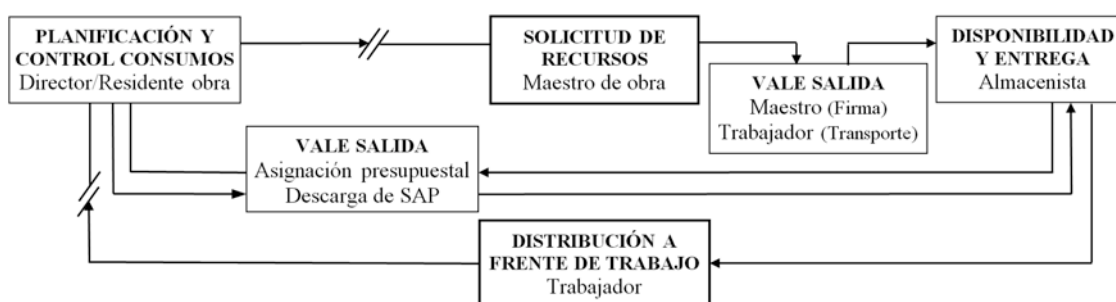
Figura 1 – Cadena de logística interna tradicional



Fuente: Elaboración propia

Basado en este proceso, el nuevo sistema de gestión plantea una optimización de la cadena logística, constituyendo una herramienta que permite planificar los consumos de material, en un ambiente web, y realizar la solicitud de materiales mediante un dispositivo móvil, que se comunica con el sistema de información utilizado por la empresa constructora y valida la disponibilidad de material en función del inventario disponible, las solicitudes previas realizadas y los materiales reservados. Su esquema general de funcionamiento se presenta en la Figura 2.

Figura 2 – Cadena sistema de logística interna desarrollado



Fuente: Elaboración propia

4.1 Desarrollo del módulo Gestión logística GICO

El ambiente móvil se realizó sobre la versión existente de Gico Móvil. El alcance del proyecto contempló la generación del paquete de instalación o compilación para plataformas iOS y Android. Todas las funcionalidades del ambiente móvil están encapsuladas en una aplicación descargable, que puede encontrarse en la tienda de aplicaciones. La aplicación móvil también opera bajo el esquema offline, ya que cuenta con un componente de sincronización que permite guardar los datos maestros del sistema en el dispositivo móvil, con el fin de realizar operaciones aún en condiciones de poca señal o con interrupción del acceso a internet. Los datos son almacenados de manera temporal en la base de datos del dispositivo móvil y al contar con acceso a internet se hace el envío de la información al sistema.

El sistema está integrado por cinco módulos: Notificaciones, Seguridad, Cargues, Suministros y Solicitudes. El módulo Notificaciones permite configurar notificaciones sobre eventos de la aplicación que deban ser monitoreados frecuentemente, como son: materiales agotados, materiales sobrepedidos, materiales en cantidad crítica, materiales cercanos al tope, kits en orden de producción y kits liberados. Las notificaciones son enviadas por correo electrónico a los usuarios ingresados según una periodicidad establecida. El módulo Seguridad monitorea la autorización de los usuarios en las diferentes funcionalidades del aplicativo, para que se desplieguen solo las funcionalidades que corresponden a los permisos asignados a un usuario específico. El módulo Cargues permite realizar cargues masivos de las actividades y materiales registrados en la ERP SAP. Para las empresas que no cuentan con plataforma SAP para registrar materiales y actividades de manera automática en GICO, se cuenta con un módulo que permite la creación y modificación de materiales y actividades. El módulo Suministros permite realizar las siguientes acciones sobre los materiales y actividades: asignación de cantidades críticas, asignación de cantidades topes, pre asignación de códigos presupuestales, creación de destinos, gestión de kits de consumo y asignación de material a un destino. El módulo Solicitudes permite realizar la solicitud de materiales o kits para su consumo en un destino y actividad específica; además consultar, modificar, cancelar, despachar y descargar pedidos del sistema de información, así como asignar códigos presupuestales. El sistema además cuenta con la opción de consulta de indicadores de productividad y desempeño, como apoyo fundamental para la planificación y control de consumos. Mediante esta opción el usuario puede configurar los reportes que desee obtener, mediante la utilización de la herramienta SQL server de Microsoft.

5 IMPLEMENTACIÓN DEL SISTEMA DE GESTIÓN LOGÍSTICA EN UNA OBRA PILOTO

El sistema de gestión logística desarrollado tuvo como prueba de campo su aplicación en el proyecto Finito de la constructora Concreto S.A. Se hicieron los cargues respectivos de inventario y se dotó a la obra de un dispositivo móvil con la aplicación GICO instalada, con acceso al nuevo módulo de Gestión logística. El dispositivo fue entregado a un maestro de obra previamente capacitado en el manejo de la aplicación y encargado de coordinar una cuadrilla dedicada a realizar actividades de acabado: pisos, enchapes, estucos, impermeabilizaciones y pintura.

En la reunión semanal de Last Planner se programaron las tareas de construcción a ejecutar en la semana siguiente y los recursos necesarios para estas tareas, se diseñaron

los kits de material por unidad de producción y se realizó la orden de elaboración para el almacén.

El maestro de obra realizó las solicitudes de despacho desde el dispositivo móvil y con la colaboración de un auxiliar logístico se mantuvo un registro en paralelo de las solicitudes de material realizadas. En consecuencia se contaba tanto con el soporte físico de la solicitud de material como con la respectiva solicitud electrónica diligenciada a través de la aplicación, permitiendo realizar un conteo manual de las cantidades de material solicitados en cada salida para luego totalizarlo y compararlo con el dato almacenado en el entorno web. La cuadrilla logística suministró los kits para que los trabajadores encontraran el material en el frente de trabajo en el momento de iniciar la actividad. De esta manera se disminuyeron los tiempos de espera por falta de material y desplazamientos en búsqueda de material, que, en el histórico de reportes de productividad de la constructora constituyen el 67% de la causa de tiempos que no agregan valor, es decir, las mayores pérdidas de productividad en las obras de construcción de la empresa.

5.1 Mejoras en procesos de obra

Antes de la implementación del módulo de gestión logística de GICO en la obra piloto, un almacenista diligenciaba en promedio una salida de almacén cada 3 minutos, tomando diariamente hasta 4 horas para este proceso, que en la mayoría de los casos era realizado en jornada extra. Con el sistema logístico implementado se logran 3 salidas en 2.5 minutos, disminuyendo considerablemente el tiempo extra de digitación en la jornada diaria y mejorando el proceso de entrega de materiales o kits de materiales a los trabajadores en los diferentes frentes de trabajo.

Luego de la implementación del sistema el tiempo utilizado por el trabajador buscando al maestro de obra para obtener la orden de salida de material y la espera para la entrega de los materiales se redujeron considerablemente, debido a la previa planeación de consumo y a la utilización la cuadrilla logística.

Por medio de las alertas que genera el aplicativo relacionadas a las cantidades disponibles de material almacenado: material agotado, sobrepedido, en cantidad tope o en cantidad crítica, se automatiza un proceso que normalmente no se hacía debido a la cantidad de tareas inherentes a la entrega de material, posibilitando que el inventario se encuentre preparado para las necesidades actuales y futuras de obra. Dichas alertas se generan de dos formas, con las notificaciones automáticas generadas por la plataforma y por las alertas que llegan a través del maestro de obra, quien tiene acceso a la información real del material en el almacén, debido a que luego de cada solicitud se conoce el número de elementos restantes del recurso que acaba de pedir.

Las descargas de datos sobre el consumo de recursos de obra al ERP de la empresa (SAP) normalmente no están al día por demoras en la codificación presupuestal por parte del director de obra. La posibilidad de codificar desde cualquier lugar a través de la aplicación GICO para dispositivos móviles, permite tener esta información, proveniente del director de obra, directamente en este sistema de datos centrales de la compañía y actualizados al día. El manejo de información transaccional sobre recursos logra sostenerse en el proceso y no en las personas.

Cada error de digitación por parte del almacenista al momento de ingresar en el ERP de la empresa el código presupuestal del material diligenciado en la solicitud física (orden de salida, en algunas oportunidades con letra poco legible), genera un reproceso que

obliga a diligenciar un formato adicional implementado por la empresa. Esto exige que los datos errados sean corregidos directamente por el director de almacenes de la empresa, actividad que no siempre se realiza de manera oportuna, evitando que el inventario se encuentre actualizado.

Con el nuevo sistema, el almacenista ya no tiene que digitar una a una las solicitudes en el ERP, gracias a que el aplicativo hace esto una vez el maestro realiza la solicitud, dejando los datos almacenados directamente en la base de datos del aplicativo, listos para ser enviados al ERP cuando el almacenista lo autorice desde su usuario en GICO. Así se convierte tiempo de actividades de soporte: recepción de solicitudes, registro y digitalización de datos, gestión de la información, en tiempo de actividades que generan valor: gestión y custodia de recursos de obra, planeación de pedidos a proveedores, reducción de desperdicios, armado de kits.

6 CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto desarrollado constituye un aporte a la gestión de la obra incorporando herramientas tecnológicas a la gestión logística interna, que, en consecuencia, posibilita una mejor planificación del consumo de recursos, traducido en disminución de ineficiencias relacionadas con detenciones o tiempos de espera en frentes de trabajo por materiales agotados o deficiente aprovisionamiento, eliminación o disminución de horas hombre empleadas en recorridos por solicitud, despacho y transporte de materiales al hacia las unidades de producción.

La posibilidad de contar con la información en tiempo real generada en las obras relacionada con los procesos logísticos internos, permite un mayor control sobre los procesos, a partir de revisiones instantáneas en pro de la disminución de errores y reprocesos, y, en tanto constituye información histórica, no estática, a la cual la plataforma logística tiene acceso para la elaboración de informes automatizados, posibilitando la obtención de indicadores logísticos, que alimentan los procesos de evaluación y toma de decisiones, y la definición de programas de mejoramiento.

REFERENCIAS

ARBULU R., TOMMELEIN I., WALSH, K. y HERSHAUER J. **Value stream analysis of a re-engineered construction supply chain**. En: Building Research and Information, Vol. 31, N°2, pp. 161-171, 2003.

CARDOSO, F. **Importance dos estudos de preparação e da logística na organização dos sistemas de produção de edifícios: alguns aprendizados a partir da experiência francesa**. En: Seminario Lean Construction, Sao Paulo, 1996.

CENTRO DE DESARROLLO TECNOLÓGICO DE CHILE (CDT). **Guía de resultados para la optimización de la logística interna en obras de construcción**. Santiago de Chile, 2006.

COUNCIL OF SUPPLY CHAIN MANAGEMENT PROFESSIONALS (CSCMP). **Supply chain management terms and glossary**, 2010.

CUTTING-DECELLE, A., YOUNG, B., DAS, B., CASE, K., RAHIMIFARD, S., ANUMBA, C. y BOUHLAGHEM, D. **A Review of Approaches to Supply Chain Communications: from Manufacturing to Construction**. Disponible en: <http://itcon.org/2007/5/>. Acceso en: 10 May. 2012.

HARKER, A.; ALLCORN, W. y TAYLOR, D. **Material logistics plan, good practice guidance: Guidance for clients, design, teams, construction contractors and sub-contractors on**

developing and implementing an effective material logistics plan. Banbury, Oxfordshire, UK, Waste and resources action programme WRAP, 2007.

KOSKELA, L. **Lean production in construction**. Alarcon, L. (Ed.), Lean Construction, A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, 1997.

LEJEUNE M. y N. YAKOVA. **On characterizing the 4 C's in supply chain management**. En: Journal of Operations Management 23 81-100, 2005.

MELLES, B. **What do we mean by lean production in construction?** Alarcon, L. (Ed.), Lean Construction. Balkema, Rotterdam, 1997

MOSSMAN, A. **Lean Logistics**: Helping to create value by bringing people, information, plan and equipment and materials together at the workplace. En: Conferencia Intenacional Group for lean construction. Michigan, EE.UU, 2007.

MOSSMAN, A. **More than materials**: managing what's needed to create value in construction. En: EUROPEAN CONFERENCE ON CONSTRUCTION LOGISTICS – ECCL, Dortmund, Germany, 2008. Paper. 19 Whitehall, Stroud GL5 1HA, UK, 2008.

ORIHUELA, P. y ULLOA, K. **Abastecimiento Lean de Recursos para la Construcción**. En Corporación Aceros Arequipa. Construcción Integral, Boletín N°13, 2011.

O'BRIEN, W. **Construction supply chain management**: a vision for advanced co-ordination, costing and control. Proceedings of the Berkeley-Stanford Construction Engineering and Management. En: Workshop: Defining a Research Agenda for AEC Process/Product Development in 2000 and Beyond, University of California, Berkeley, CA., 1999

O'BRIEN, W.; LONDON, K. y VRIJHOEF, R. **Construction supply chain modeling**: a research review and interdisciplinary research agenda. En: Proceedings IGLC (10: Aug: 2002, Gramado, Brazil). Paper. International group for Lean Construction IGLC, 2002.

SOBOTKA A. y CZARNIGOWSKA A. **Analysis of Supply System Models for Plannig Construction Projects Logistics**. En: Journal of Civil Engineering and Management. Vol XI, N° 1, 73-82. ISSN 1392-3730, 2005

SULLIVAN, G.; BARTHORPE, S. y ROBBINS, S. **Managing construction logistics**. Wiley-Blackwell, 2010.

TAYLOR, J. y BJORNSSON, H. **Construction supply chain improvements through internet pooled procurement**. Proceedings of IGLC-7, Berkeley, CA, 1999.

VICEDO, J.; LANGA, M.; TOMÁS, J. **La Importancia de la Gestión del conocimiento en la cadena de suministro de la construcción**. En: IX Congreso de ingeniería de organización. (9: 8-9, Sep.: 2005, Gijón, España). Memorias. Universidad Politécnica de Valencia, Alicante, España, 2005.

VRIJHOEF, R. y KOSKELA, L. **The four roles of supply chain management in construction**. European Journal of Purchasing & Supply Management 6, 2000.

AGRADECIMIENTOS

A la constructora Conconcreto S.A., por el apoyo recibido.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

AVALIAÇÃO DO IMPACTO DA LOGÍSTICA DE PRODUÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DAS ARGAMASSAS EM CANTEIROS DE OBRA

**SOARES, Bruno R. (1); BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O. (2);
CARASEK, Helena (3); MELLO, Ana C. J. (4); COUTINHO, Leonardo R. S. (5)**

(1) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção, Universidade Federal de Goiás, telefone (62) 3209-6099, e-mail: eng.brunors@gmail.com (2) UFG, e-mail: maria.carolina@uol.com.br, (3) UFG, e-mail: hcarasek@gmail.com (4) UFG, e-mail: anacjmello@gmail.com (5) UFG, e-mail: leonardolrsc@hotmail.com

RESUMO

No cenário de tecnologias inovadoras, as argamassas industrializadas propõem o aumento da produtividade e qualidade dos processos de produção e distribuição nos canteiros. O objetivo desta pesquisa foi avaliar o impacto da escolha logística na produtividade e qualidade de dois sistemas produtivos de argamassa, o tradicional com produção no canteiro e o sistema de mistura de argamassa industrializada. Foi realizado um estudo em duas obras com os dois sistemas, avaliados por meio do ensaio de penetração de cone, de forma a medir indiretamente a qualidade por meio da perda ao longo do tempo da trabalhabilidade de ambas, o mapeamento logístico por meio de diagramas de fluxos físicos e o cálculo da produtividade da mão de obra. Entre os resultados, a obra com o sistema tradicional teve perda média de 21% em relação à consistência inicial, em comparação à perda de 39% da obra com argamassa industrializada. Estes resultados foram mais fortemente relacionados ao curto intervalo de tempo dos ciclos. A pesquisa apontou que não basta implementar na obra um novo sistema logístico para a produção de argamassa, caso este não venha acompanhado de um adequado e eficiente planejamento e estudo dos ciclos produtivos de modo a evitar as anormalidades no processo.

Palavras-chave: Logística, Produtividade, Argamassa.

ABSTRACT

Considering the innovative technologies, industrialized mortars propose increasing the productivity and quality of production and distribution processes in the works. The objective of this research was to evaluate the impact of the choice logistics, productivity and quality of two productive mortar systems, the traditional with the production site and the mortar mixing system industrialized. A study was conducted considering the two systems, measured by the cone penetration test was performed in order to indirectly measure the quality through the loss of workability, the logistic map by means of flow diagrams and team productivity. Among the results of the work with the traditional system had an average loss of 21% compared to the initial consistency, in comparison to the loss of 39% of the industrialized work with mortar. These results were related to the short cycle time interval. The survey showed that not just implement a new logistics system for the production of mortar, if it come not accompanied by a proper and efficient planning and study of the production cycle in order to avoid failures in the process.

Keywords: Logistics, Productivity, Mortar.

1 INTRODUÇÃO

Para sobreviver a um cenário de crescente aumento da competitividade entre as empresas, a indústria da construção civil tem buscado métodos que poupem materiais e processos mais eficientes, que possam reduzir as perdas e potencializar os lucros. Um

exemplo destes processos está no emprego de argamassas industrializadas, que apontam para processos mais produtivos, gerando redução de espaços no canteiro e da mão de obra para obtenção do produto final. Além disso, a utilização da argamassa industrializada transfere a responsabilidade da qualidade das suas matérias primas para o fabricante. No entanto, boa parte das empresas que adotam esta argamassa ainda usam métodos tradicionais de mistura, com betoneira de grande volume, instalada em uma central no canteiro de obras. Desta forma, desperdiçam grande parte do potencial da melhoria da logística e qualidade que poderiam ser proporcionadas por esse material.

Alguns estudos atestam diversas vantagens, no que tange à tecnologia da argamassa industrializada em relação à argamassa tradicional. Apesar de ser difícil apropriar e mensurar as vantagens logísticas de produção da industrialização da construção civil de edifícios, principalmente por serem específicas de cada caso, envolvendo um alto grau de criatividade e experiência técnica, a argamassa industrializada ensacada é claramente sinônimo de racionalização da produção de edifícios (RIBAS, CARVALHO JÚNIOR, 2007). No entanto, Regattieri e Silva (2015) afirmam que ainda há um déficit de estudos quanto à produtividade, desde o recebimento dos materiais até a aplicação da argamassa.

Assim, para atingir maior eficiência no sistema de gestão da empresa, pode-se optar pela implementação de novas tecnologias, novo sistema logístico ou a associação entre eles. É preciso se atentar para a gestão dos fluxos físicos e dos fluxos de informações ligados à execução de atividades, no canteiro de obras. Segundo Alves (2000) a gestão dos fluxos físicos deve ser realizada em consonância com os diferentes níveis do Planejamento e Controle da Produção. Esta visão corrobora com a filosofia de produção enxuta que preconiza a eficiência nos processos de produção (KOSKELA, 1992).

Dessa maneira, serviços que necessitam de argamassa são responsáveis por grande parte do fluxo de pessoas e material dentro de uma obra. Estas movimentações, quando ocorrem de forma desordenada, implicam em custos adicionais e atrasos em diversas etapas construtivas, incluindo a maior geração de resíduos. A logística integrada mostrou-se bastante eficiente no combate a estes problemas, pois atua de forma a racionalizar os estoques, transportando-os e posicionando-os no momento e lugar certo, ao longo da cadeia de suprimentos (RIBAS, 2008; TISCHER *et al.*, 2014).

As argamassas industrializadas são exemplos de materiais que possibilitaram a logística integrada na construção civil, pois causam menos interferência nos demais serviços, quando comparadas às argamassas tradicionais. Elas necessitam, por exemplo, dos elevadores cremalheiras, em momentos diferentes dos demais serviços (em geral, após o expediente normal), permitindo maior disponibilização do elevador para o transporte de outros materiais e funcionários.

Apesar de ser cada vez mais intensa a utilização de argamassa industrializada observada no mercado, poucos estudos, como os de Ribas (2008), Nascimento, Lima e Brasileiro (2010) e Silva (2012) foram desenvolvidos a respeito desse assunto. Portanto, avaliar o impacto dessa substituição é de grande importância para o mercado, mostrando as vantagens e desvantagens de cada método e os impactos econômicos, tecnológicos e logísticos obtidos.



Este trabalho visa avaliar o impacto do processo logístico na qualidade e na produtividade das argamassas produzidas pelo método tradicional de mistura com betoneira em central e o de mistura com argamassadeiras distribuídas no pavimento, buscando atender esta lacuna do conhecimento da gestão da produção no âmbito da construção.

2 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa foi realizada com base em estudos de casos realizados em duas obras de edificações. Os estudos de casos visaram à análise de dois processos de mistura de argamassa, o método tradicional, com a utilização de betoneira, e o método com a utilização de argamassadeiras e o emprego de argamassa industrializada. Apesar da pesquisa ter sido realizada em obras distintas, os métodos para obtenção dos dados foram os mesmos. Foram levantadas as vantagens, desvantagens e dificuldades em cada um dos tipos logísticos empregado, considerando insumos, equipamento e mão de obra.

A escolha dos casos foi condicionada ao atendimento dos pressupostos da pesquisa: possuir os dois sistemas de produção para medição dos parâmetros propostos, além da permissão para a coleta dos dados. Segue a caracterização dos casos na Tabela 1.

Tabela 1 – Caracterização dos casos estudados

Obra A – Hospital Universitário	Obra B – Residencial/Comercial
	
<p>20 pavimentos, sendo 2 subsolos, térreo, mezanino, 16 pavimentos destinados a diferentes tipos de procedimentos hospitalares</p>	<p>Duas torres: o estudo de caso ocorreu na Torre 2 com 37 pavimentos, 3 subsolos, térreo, mezanino, 30 pavimentos tipos, ático e cobertura</p>
<p>A argamassa é preparada em obra, no traço 1:6 (cimento e areia, em volume) com aditivo plastificante (100 ml por saco de cimento). Não existe um controle rigoroso da quantidade de água de amassamento, sendo ajustada com base na trabalhabilidade.</p> <p>O sistema de mistura de argamassa é o tradicional, rodada numa central de preparo com betoneira, localizada no 2º Subsolo. Seu transporte por meio de um único elevador (prancha) existente na obra.</p>	<p>A argamassa é industrializada do tipo múltiplo uso, sendo controlada a quantidade de água (6,5 litros de água para dois sacos (de 40 kg) de argamassa)</p> <p>O sistema de mistura é realizado por argamassadeiras distribuídas nos pavimentos e a distribuição da argamassa ensacada feita por um dos dois elevadores cremalheira.</p>

Os processos foram analisados segundo os critérios: determinação da consistência da argamassa (obtida a partir do ensaio de penetração do cone), mapeamento logístico por diagramas de fluxo e produtividade da mão de obra.

Para a determinação da consistência foi utilizado o método da ASTM C 780 (ASTM, 2012). A consistência das argamassas foi verificada em três diferentes momentos: (1) ao final do processo de mistura, (2) ao chegar ao ponto de aplicação e (3) ao último volume de argamassa utilizado. Quanto à qualidade, interessam duas medidas de tempo: (1) tempo transcorrido entre o final do processo de mistura e a chegada da argamassa ao ponto de aplicação e (2) tempo necessário à utilização de toda argamassa produzida em

cada traço. Foram realizados 3 ensaios de penetração do cone para cada uma das 7 amostras analisadas por obra.

Para a realização do mapeamento logístico, foi utilizado o diagrama de fluxo para identificação de fontes de problemas na sequência de processos do revestimento de argamassa – processamento, inspeção, transporte, armazenamento, esperas do processo e esperas do lote. Após o mapeamento do fluxograma dos dois tipos de mistura de argamassa, iniciou-se a coleta da produtividade das equipes de mão de obra. Para cada obra foi considerada uma equipe direta responsável pelo revestimento de argamassa, abrangendo no mínimo quinze dias de coleta. Não foi considerada a equipe de apoio em ambos os casos. A produtividade foi analisada segundo o Modelo dos Fatores (THOMAS; YIAKOUMIS, 1987; SOUZA, 2006) que estabelece a medição diária da produtividade a partir de um indicador RUP (Razão Unitária de Produção) estabelecido com base diária, cumulativa e potencial. A análise dos dados também considerou a perda de produtividade de mão de obra (PPMO) que é um indicador para análise de fatores associados à gestão.

3 ANÁLISE DOS DADOS

A seguir, são analisados o impacto da escolha logística na qualidade e produtividade de dois processos produtivos de argamassas com diferentes soluções logísticas.

3.1 Análise do impacto dos processos logísticos na qualidade das argamassas

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos de consistência, pelo ensaio de penetração do cone, nas amostras das argamassas das obras A e B. Na Figura 1 está a representação gráfica desses resultados.

Na Obra A o tempo médio entre a mistura e aplicação do volume final de argamassa (ciclo) produzido em cada lote misturado foi de 11 minutos. Apesar desse tempo ser curto e não ser suficiente para que se inicie a pega do cimento, há contudo o enrijecimento gradual da mistura devido à perda contínua de água, o que pode ser constatado pela gradual redução da penetração do cone. A perda média de fluidez (em relação à consistência inicial), ao final do ciclo foi de 21%, que pode ser visualizado nas altas declividades das linhas de tendência de cada uma das amostras (Figura 1(a)). Apesar de não haver um controle rigoroso da água de amassamento dessa argamassa, nota-se que não ocorreu uma grande dispersão dos valores de consistência inicial (e também final) entre as diferentes amostras ensaiadas.

Na Obra B, o tempo médio de cada ciclo produzido de argamassa é de 41 minutos. O tempo de mistura varia entre 10 e 22 minutos, indicando a falta de controle no processo, sendo este fato discrepante com os objetivos da tecnologia implantada – argamassa industrializada com argamassadeira nos pavimentos. Este alto tempo de mistura é justificado, em parte, pela necessidade de homogeneização da grande quantidade de argamassa preparada por vez, até 260 kg. Salienta-se que este tempo de mistura pode levar a uma alta incorporação de ar (que não foi medida nesta pesquisa); conforme Alves (2002) o teor de ar incorporado é diretamente proporcional ao tempo de mistura da argamassa e altos teores de ar podem comprometer o desempenho dos revestimentos. A argamassadeira utilizada misturava de 11 a 13 sacos de 20 kg por vez, e sua produção era destinada a abastecer somente uma equipe com 3 pedreiros, o que tornava o ciclo demasiadamente longo. A Figura 1(b) ilustra os resultados do ensaio para a Obra B. A perda de fluidez ocorre devido à evaporação de parte da água de amassamento em função do tempo decorrido entre a mistura e o término da utilização.

As Figuras 2 e 3 evidenciam alguns dos locais pelos quais a argamassa passa até chegar ao final do ciclo na Obra A. A Figura 4 ilustra a central de mistura da argamassa no pavimento na Obra B.

Figura 1 - Resultados obtidos do ensaio de penetração do cone para a Obra A (a) e B (b)

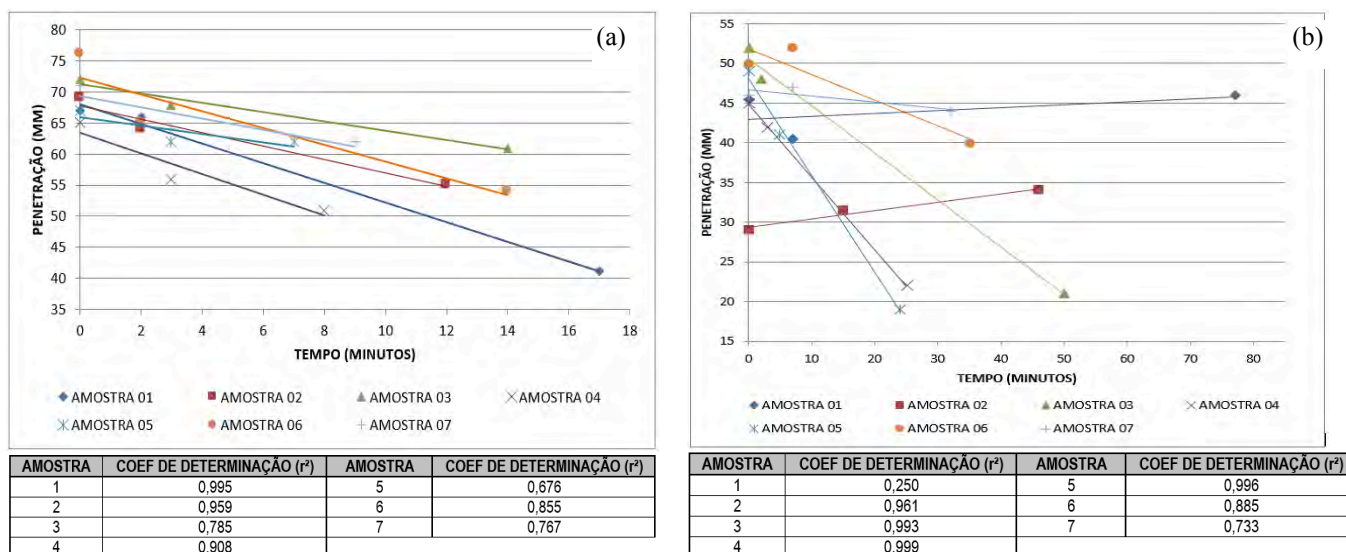


Figura 2 – Obra A – Argamassa após a mistura na betoneira



Figura 3 – Obra A - Chegada da argamassa no pavimento



Figura 4 – Processo de mistura na obra B



Na Obra A, as giricas eram utilizadas no transporte da argamassa desde a betoneira até o pavimento em que ela era efetivamente utilizada. Após chegar ao pavimento era depositada diretamente sobre a laje ou pranchas de madeira e, em uma etapa posterior, um volume menor de argamassa era transportado em carrinho-de-mão e ainda depositado sobre os andaimes ou em masseiros. Observa-se que, para completar o ciclo, a argamassa entrou em contato com diversas superfícies absorventes, removendo água da argamassa (por sucção) causando, desta forma, impacto na fluidez, apesar do curto intervalo de tempo entre a mistura e a completa utilização da argamassa.

Na Obra B, observou-se um aumento gradativo do coeficiente de variação (CV) das determinações de penetração do cone ao longo do tempo. A última determinação (após em média 41 minutos) chegou a um CV de 40%, enquanto as determinações logo após a mistura tiveram um CV de apenas 6%. Isto indica que o enrijecimento comportou-se de forma irregular com o decorrer do ciclo. Dessa forma, esse coeficiente deixa claro que

quanto maior for este ciclo, mais disparidades de comportamento o trabalhador vai encontrar ao utilizar a argamassa.

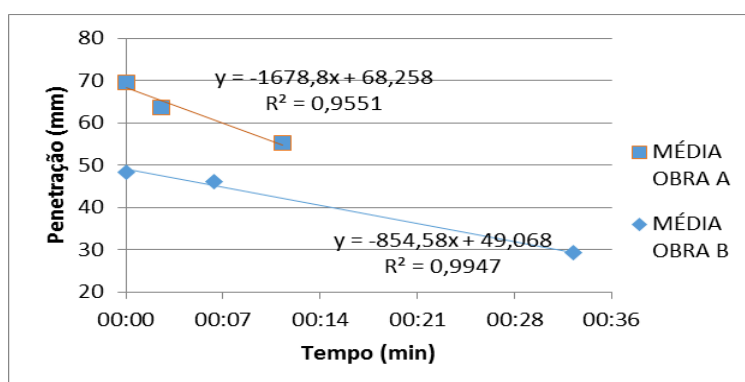
A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos do ensaio de penetração do cone das obras A e B. A Figura 5 mostra as retas resultantes dos valores médios, tanto de tempo quanto de penetração, nos três momentos analisados.

Tabela 2 - Planilha dos resultados obtidos do ensaio de penetração do cone

ENSAIO DO CONE - OBRA A				
AMOSTRAS	PENETRAÇÃO (mm) 1ª etapa	PENETRAÇÃO (mm) 2ª etapa	PENETRAÇÃO (mm) 3ª etapa	Perda da fluidez em relação a consistência inicial (%)
1ª AMOSTRA	67	66	41	39
2ª AMOSTRA	69	64	55	20
3ª AMOSTRA	72	68	61	15
4ª AMOSTRA	65	56	51	22
5ª AMOSTRA	67	62	62	7
6ª AMOSTRA	76	65	54	29
7ª AMOSTRA	71	64	62	13
<i>Média</i>	69,6	63,6	55,1	21
<i>Desv. Padrão</i>	3,7	3,8	7,6	10,5
<i>Coef. Variação</i>	5%	6%	14%	51

ENSAIO DO CONE - OBRA B				
AMOSTRAS	PENETRAÇÃO (mm) 1ª etapa	PENETRAÇÃO (mm) 2ª etapa	PENETRAÇÃO (mm) 3ª etapa	Perda da fluidez em relação a consistência inicial (%)
1ª AMOSTRA	45,5	40,5	46	-1
2ª AMOSTRA	29	31,5	34	-17
3ª AMOSTRA	52	48	21	60
4ª AMOSTRA	45	42	22	51
5ª AMOSTRA	49	41	19	61
6ª AMOSTRA	50	52	40	20
7ª AMOSTRA	46	47	44	4
<i>Média</i>	48,4	46	29,2	39,3
<i>Desv. Padrão</i>	2,9	4,5	11,8	25,6
<i>Coef. Variação</i>	6%	10%	40%	65%

Figura 5 - Médias dos resultados de consistência medida pela penetração do cone



É possível perceber que ambas as retas são decrescentes, o que evidencia o enrijecimento das argamassas preparada em obra (Obra A) e industrializada (Obra B), ao longo do tempo, porém verifica-se que a perda de trabalhabilidade para a primeira é bem mais intensa do que para a segunda.

Esse comportamento se justifica por características intrínsecas à composição do material e também às condições nas quais os produtos são expostos. No caso da Obra A, a

argamassa é transportada e armazenada em locais absorventes (diretamente sobre a laje, em masseiras de madeira ou ainda sobre as tábuas dos andaimes), além de apresentar alto teor de água de amassamento, o que acarreta em maior perda de trabalhabilidade devido à fácil evaporação. A Obra B, por utilizar argamassa industrializada, que possui em sua composição aditivos retentores de água e incorporadores de ar, o que exige menor quantidade de água, mantém a trabalhabilidade por mais tempo. Além disso, para transporte e armazenamento dessa argamassa são utilizados masseiros de plástico (material não absorvente) e que, por sua geometria, deixa pouca área exposta ao ambiente para evaporação da água.

3.2 Análise da logística e produtividade

Os fluxos físicos do processo de revestimento interno de argamassa tradicional da Obra A e da argamassa industrializada da Obra B são apresentados na Figura 6.

Figura 6 – Fluxos físicos do processo de revestimento interno de argamassa na Obra A (a) e Obra B (b)

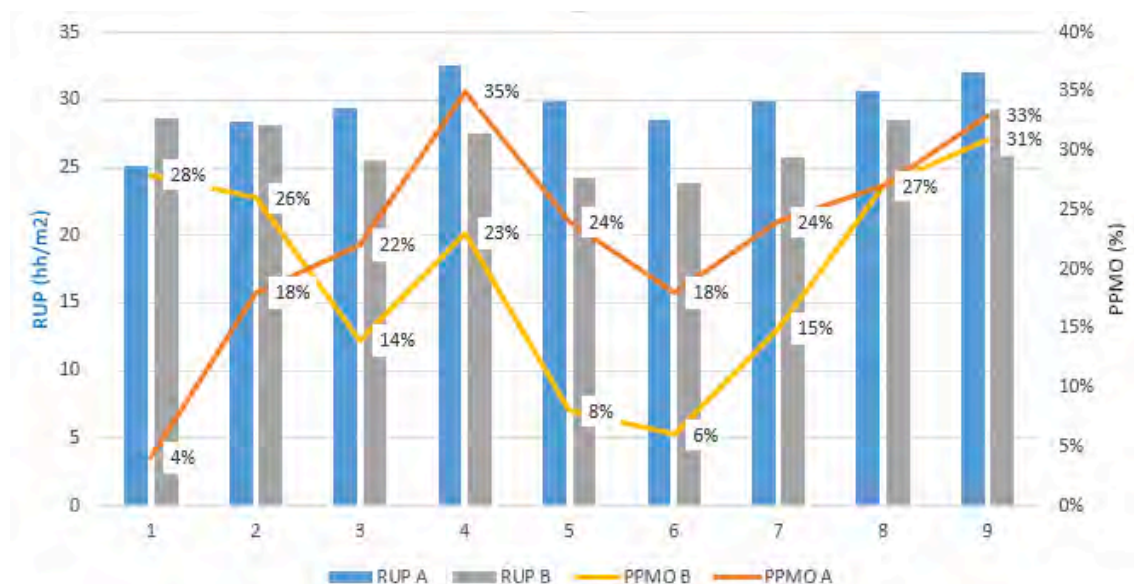


Na obra A atividade de transporte vertical era a que proporcionava perda na produtividade, devido ao número de outros serviços que a prancha tinha que atender. Na Obra B o posicionamento da estocagem próximo à cremalheira e do armazenamento próximo à argamassadeira agiliza o processo de distribuição e produção da argamassa. Entretanto, o acondicionamento da argamassa já misturada em um masseiro grande e a maneira de distribuição final da argamassa torna o sistema ineficiente, aumentando as perdas de argamassa e causando atrasos no abastecimento.

Analisando o fluxo físico e o layout das duas obras, conclui-se que o processo de distribuição da argamassa industrializada tem potencial para ser mais eficiente do que o processo tradicional, pelo fato de possuir menor quantidade de elementos que envolvem o processo e pela flexibilidade de distribuição da argamassa ensacada. Assim, reduzindo a possibilidade de interferência por outros serviços no sistema industrializado.

No entanto, se não planejado e controlado o sistema como um todo pode se tornar ineficiente, como na Obra B, onde o abastecimento de argamassa ensacada até a cobertura é satisfatório, porém, a distribuição final da argamassa já misturada não satisfaz o fornecimento adequado para as frentes de serviço. O gráfico da Figura 7 ilustra o comparativo entre os indicadores de produtividade (RUP cumulativa) e o percentual de perda de produtividade da mão de obra (PPMO) para ambos os casos.

Figura 7 – Gráfico das RUP's cumulativa e PPMO para os dois estudos de caso



A equipe da Obra A sofreu influência pela distribuição deficitária de argamassa devido ao intenso uso da prancha para transporte vertical. A equipe da Obra B teve prejuízo por problemas de falta de abastecimento de água, paradas para instalação de andaimes e manutenção da cremalheira.

Com a análise da PPMO dos dois processos de distribuição de argamassa, percebe-se que a Obra A possui uma variabilidade que era esperada, devido ao processo tradicional envolver diversos elementos, e ser mais facilmente influenciado por outros tipos de serviço. Na Obra B, onde há o processo de produção e distribuição da argamassa industrializada, percebe-se que não ocorreu como esperado. A variabilidade da PPMO aconteceu devido a anormalidades que não foram controladas pela gestão. Ressaltando que não adianta um processo inovador e enxuto, se este não vier acompanhado de adequadas condições e do planejamento necessário.

4 CONCLUSÕES

Como principais conclusões tem-se que o tipo de argamassa bem como a logística de mistura e distribuição dessa argamassa na obra influenciam na perda de consistência da argamassa ao longo do tempo (medida pelo ensaio de penetração do cone) e, consequentemente, na qualidade final das argamassas e dos revestimentos.

Quanto ao tipo de argamassa, observou-se, neste trabalho, que a argamassa industrializada, por ter em sua composição aditivos que ajudam na retenção de água da argamassa, tem uma velocidade menor de perda de consistência longo do tempo. Este aspecto é positivo, pois pode garantir a qualidade da argamassa por um maior tempo.

Em relação aos aspectos logísticos, os resultados permitiram concluir que o processo de mistura com argamassadeira reflete num melhor posicionamento e menor quantidade de elementos que envolvem a produção e distribuição da argamassa industrializada, caracterizando um sistema mais enxuto, quando comparado ao processo da argamassa tradicional. O sistema da argamassa industrializada fornece maior condição no abastecimento até os pavimentos superiores, já que é preciso apenas certo período do dia para o abastecimento. No entanto, a falta de controle no processo prejudica a distribuição e produção de argamassa.

A variabilidade na produtividade da execução de argamassa tradicional foi confirmada, como já evidenciado em outros estudos. No sistema da argamassa industrializada, a constância e a aproximação da produtividade da equipe com a meta, PPMO, não foram confirmadas como previsto. Ressaltando que não adianta possuir um sistema inovador e enxuto se não houver condições satisfatórias para atingir sua potencialidade, ou seja, há a necessidade de planejamento e controle de maneira a evitar as anormalidades no processo. Os resultados obtidos no ensaio de penetração do cone, mostraram que a Obra A teve perda média da fluidez de 21% em relação à consistência inicial, enquanto que a Obra B apresentou 39%. Entretanto, ao plotar o gráfico das médias para as obras, percebe-se que a Obra A apresenta perda de fluidez mais acelerada.

Esses resultados evidenciam que a simples implantação de um sistema logístico não é garantia de bons resultados, se não forem oferecidas condições satisfatórias para atingir a potencialidade da estratégia de produção escolhida pela gerência.

REFERÊNCIAS

- ALVES, N. J. D. **Avaliação dos aditivos incorporadores de ar em argamassas de revestimento**. Brasília. 2002. 175 f. Dissertação de Mestrado, Universidade de Brasília, Brasília, 2002.
- ALVES, T.C.L. **Diretrizes para a gestão dos fluxos físicos em canteiros de obras proposta baseada em estudos de caso**. 2000. 134 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2000.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - ASTM. Standard test method for preconstruction and construction evaluation of mortars for plain and reinforced unit masonry – **ASTM C 780**. Philadelphia, 2012.
- KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Stanford Center for Facility Engineering, TECHNICAL REPORT 72, 1992, 75p.
- NASCIMENTO, L. P.; LIMA, V. A. N. B. O.; BRASILEIRO, G. A. M. **Uso de argamassa industrializada e de argamassa produzida em obra no município de Aracaju**. Disponível em: <http://connepi.ifal.edu.br/ocs/index.php/connepi/CONNEPI2010/paper/viewFile/1177/691>>. Acesso em: 01 de maio de 2015.
- REGATTIERI, C. E.; SILVA, L. L. R. **Ganhos potenciais na utilização da argamassa industrializada**. Disponível em: <<http://www.abai.org.br>>. Acesso em: 01 de maio de 2015.
- RIBAS, L.C. **Argamassa Industrializada em Sacos Versus Argamassa Produzida no Canteiro de Obra: Logística, Custo e Desempenho do Material Aplicado**. 2008. 162p. Mestrado em Construção Civil – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2008.
- RIBAS, L. C.; CARVALHO JÚNIOR, A. N. de. **Ganhos no potencial produtivo através da substituição de argamassa de revestimento rodada em obra por industrializada em sacos**. XXV ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO (ENEGEP), Foz do Iguaçu-PR, 2007.
- SILVA, G. L. de A.; **Estudo comparativo Argamassa Industrializada x Virada na obra**. EGR Empresa Goiana de Representações Ltda / Precon Industrial AS, 2012.

SOUZA, U. E. L. **Como aumentar a eficiência da mão de obra: Manual de Gestão da Produtividade na Construção Civil**. 1. Ed. São Paulo: Editora Pini, 2006, 122 p.

THOMAS, H. R.; YIAKOUMIS, I. Factor model of construction productivity. **Journal of Construction Engineering and Management**, 113, 4, 1987, 623-638.

TISCHER, A.; BOER, E. D.; W., I.; CURRAN, T. Industrial network design by improving construction logistics. **Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management (Proceedings of Institution of Civil Engineers: Waste and Resource Management)**, 2014, Vol.167 (2), pp.82-94.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

**Gestão de Contratos, Aquisições, Custos e Riscos / Gestión de Contratos,
Adquisiciones, Costes y de Riesgos**



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

OS PRINCIPAIS PROBLEMAS RELACIONADOS À GESTÃO DE SUBEMPREENTEIROS EM OBRAS DE EDIFICAÇÕES

MAGALHÃES, Rachel Madeira (1); MELLO, Luiz Carlos Brasil de Brito (2)

(1) Universidade Federal Fluminense, telefone: (21) 2629-5716, e-mail: rachelmagalhaes@gmail.com (2) Universidade Federal Fluminense, telefone: (21) 2629-5716, e-mail: luiz.brasil@gmail.com

RESUMO

A contratação de empresas subempreiteiras na construção de edificações verticais é a principal estratégia de gestão de mão de obra adotada pelas construtoras. Este artigo tem como objetivo apresentar os principais problemas enfrentados pelos gestores de produção decorrentes desta prática e a forma como as empresas construtoras têm gerido as terceirizadas. Para tal, foi adotada uma revisão da literatura existente, de forma a compreender melhor o problema pesquisado. Em seguida, foi elaborado um estudo de caso múltiplo, entrevistando gestores de produção, suprimentos e planejamento de obras. Como resultado alcançado foram observados dois meios de garantir a lucratividade esperada dos empreendimentos. O primeiro, através da contratação exclusiva pelo menor preço, e o segundo, pela redução dos custos buscando a redução do retrabalho e aumento da produtividade. Em ambos os casos, as empresas construtoras reconhecem a importância do bom gerenciamento dos subempreiteiros e o impacto no cumprimento dos objetivos globais do empreendimento.

Palavras-chave: Gestão de Subempreiteiros, Gestão de Mão de Obra, Edificações.

ABSTRACT

The hiring of subcontractors companies in the construction of vertical buildings is the main management strategy adopted by the construction work. This article aims at presenting the main problems faced by production managers resulting from this practice and the way the construction companies have managed outsourcing. To this end, we adopted a review of the existing literature in order to better understand the researched problem. Next, a multiple case study was prepared, interviewing production managers, supply and construction planning. As result of the study, it was observed two ways to ensure the expected profitability of the projects. The first one by the exclusive hiring at the lowest price, and the second one by reducing costs seeking the decrease of the rework and the productivity increase. In both cases the construction companies recognize the importance of good management of subcontractors and the impact on compliance of the global development goals.

Keywords: Subcontractors Management, Labor Management, Buildings.

1 INTRODUÇÃO

A terceirização de serviços é a contratação de terceiros para a execução indireta de serviço administrativo ou de serviço especializado de engenharia ou de execução de obras, até o limite admitido pelo contratante. Para o caso de empresas construtoras, a terceirização acontece na forma de subempreitadas de serviços de obra ou de subempreitadas globais de obras, através de subempreiteiros (BRASIL, 2012).

Segundo Moratti (2010), a subempreitada é a principal estratégia adotada pelas empresas construtoras brasileiras e apresenta, como vantagens: maior flexibilidade do

recurso mão de obra, aumento da produtividade e da qualidade, e, redução de custos (AGUIAR; MONETTI, 2002; LORDSLEEM, 2003; PEREIRA, 2003). Entretanto, a subcontratação nem sempre é vantajosa e muitos problemas poderiam ser sanados se o processo produtivo fosse melhor gerido (SERRA; FRANCO, 2001).

Este artigo tem como objetivo analisar a gestão dos subempreiteiros e os principais problemas de produção, não incluindo, por exemplo, questões contábeis, tributárias e de legislação trabalhista. São apresentados: introdução com visão geral do trabalho, revisão bibliográfica sobre o tema, os procedimentos metodológicos que consistem de um estudo de caso múltiplo, a descrição dos dados coletados e conclusões.

2 A TERCEIRIZAÇÃO COMO ESTRATÉGIA DE GESTÃO DE MÃO DE OBRA

Para Villacreses (1994) e Brandli (1998), entre as principais justificativas para a subempreitada estão a adaptação à variabilidade na demanda do mercado imobiliário e a redução dos custos fixos com pessoal técnico. Aguiar e Monetti (2002) e Pereira (2003) consideram, entre outros, os seguintes fatores a serem avaliados antes da adoção da estratégia de subcontratação: comparação dos custos da atividade executada; os custos com a gestão dos subempreiteiros; o cumprimento das normas de segurança e higiene do trabalho; o cumprimento de cronograma, a qualidade dos serviços e a capacidade técnica e financeira dos subempreiteiros. No Quadro 1 estão listados os principais problemas da subempreitada do ponto de vista das construtoras.

Quadro 1 – Principais problemas da subempreitada pelo ponto de vista das construtoras

Mão de obra	Produção	Comercial/ Administrativo
Treinamento precário dos operários e mão de obra desqualificada.	Ausência de controle de qualidade, alto índice de retrabalho e desperdício de materiais.	Desacordos no acerto dos preços.
Grande rotatividade da mão-de-obra e descaso com a segurança do trabalho.	Desconhecimento dos custos causados pela capacidade técnica e de organização inadequadas.	Desacordos nos critérios empregados na medição dos serviços executados.
Falta de comprometimento.	Ausência de terminalidade e dificuldade no cumprimento dos prazos.	-
Falta de liberdade na contratação e alocação de operários.	Perda do controle do processo produtivo.	-

Fonte: Brandli e Jüngles (1998); Lordsleem (2002) – adaptado

Para Lordsleem (2002), o ganho de eficiência do processo de construção obtido através da subempreitada não está sendo alcançado devido às dificuldades que as subempreiteiras estão enfrentando ao buscar atender adequadamente as exigências das contratantes e da legislação vigente. Pereira (2003) afirma que o sucesso com a subempreitada de serviços depende da contratação de subempreiteiros mais organizados

e competentes e da promoção do desenvolvimento destes. Lordsleem (2002) ressalta que os benefícios advindos da subcontratação só serão alcançados mediante a organização, tanto da empresa construtora quanto da subempreiteira. A seguir, será analisado o perfil das subempreiteiras brasileiras.

3 CARACTERÍSTICAS DOS SUBEMPREITEIROS

De acordo com BRASIL (2012), subempreiteiro é a condição particular de uma empresa de execução de serviços de obra, ou de uma empresa construtora, que decorre de sua relação contratual com a empresa construtora contratante. Segundo Filippi e Pereira (1999), as empresas fornecedoras de mão de obra estão enquadradas no perfil de micro e pequenas empresas. Estes autores identificaram algumas particularidades que ajudam a caracterizar os subempreiteiros, conforme transcrito no Quadro 2.

Quadro 2 – Perfil das empresas fornecedoras de mão de obra

Características Gerais	Organização e gestão administrativa	Organização e gestão da produção	Treinamento e capacitação
Não possuem sede própria.	Suporte jurídico e contábil terceirizado.	Encarregados fixos para supervisão da produção.	Não há treinamento admissional.
Baixo nível de escolaridade dos proprietários, sendo estes ex-operários da construção.	Contratação de funcionários através de indicação da rede de relacionamentos com demissões ao final da obra	As equipes de produção são fixas por obra. No entanto, quando necessário, ocorre o desfalque de uma equipe para o atendimento de outra.	Existe apenas um treinamento prático fornecido pelo proprietário ou encarregado
Todos os processos são informais.	Orçamento com base em preços próprios e controle de custos precário.	Não aplicam controle de qualidade muito menos indicadores para controle da produção.	-
Estrutura hierárquica composta por proprietário, encarregado e operários	Submissão ao contrato elaborado pela contratante.	Não participam do desenvolvimento de projetos, planejamento e orçamento, que são desenvolvidos pela contratante.	-

Fonte: Pereira; Fillipi; Cardoso (2000) - adaptado

4 GESTÃO DOS SUBEMPREITEIROS

Para Neumann (2008), os subempreiteiros têm um poder grande sobre o processo produtivo e devem ser gerenciados para que o controle do sistema seja mantido. Conforme Ohnuma e Cardoso (2006), esta gestão envolve processos tais como: macroplanejamento e orçamento; formação de preço; planejamento da produção e de

contratações; seleção para contratação; treinamento; controle de qualidade; avaliação dos fornecedores; gestão dos contratos; medição e pagamento dos serviços.

Neumann (2008) salienta que, na maioria dos casos, as empresas construtoras tomam como critério de contratação o menor preço. Diversos autores, entre eles Aguiar; Monetti (2002), Cheung et al (2003), Ohnuma e Cardoso (2006), criticam este critério. Para estes autores, a seleção pelo menor preço não só compromete a qualidade do empreendimento como o cumprimento do cronograma e o relacionamento com fornecedores. Para Neumann (2008), a subcontratação possui uma relação estreita com a qualidade do produto, necessitando de apurados critérios de seleção. Serra e Franco (2001) consideram que o processo de gestão dos subempreiteiros é composto pelas seguintes fases: seleção, avaliação, formalização da contratação e organização.

5 METODOLOGIA

Esta pesquisa tem cunho qualitativo, sendo adotado o estudo de caso como estratégia de investigação, pois os autores, apoiados por Gil (2002), consideram que esta modalidade de pesquisa (o estudo de caso) pode ser entendida como o estudo profundo e exaustivo de um ou poucos objetos, de maneira que permita o seu amplo e detalhado conhecimento.

O escopo da pesquisa consiste em uma revisão dos conceitos teóricos e verificação de suas aplicações em empresas de construção civil. O estudo está limitado a investigar a gestão dos subempreiteiros e os principais problemas de produção causados às construtoras. Desta forma, o universo da pesquisa é composto por empresas construtoras e obras de edificações verticais. A amostra foi definida pelo critério citado por Eisenhardt (1997, apud ALVES; FERREIRA, 2006), onde, na metodologia de estudo de caso com casos múltiplos, a amostra deve ter entre quatro e dez componentes

Inicialmente, foi realizada uma análise crítica do estado atual do conhecimento sobre o tema a partir da revisão bibliográfica. Em seguida, foi aplicado um questionário com 30 perguntas e cinco opções de respostas (ótimo, bom, regular, ruim e péssimo). As perguntas foram elaboradas com base na bibliografia, sendo abordados temas como: características dos subempreiteiros e os principais problemas enfrentados pelos gestores de produção. O questionário foi aplicado a 100 profissionais (gestores de planejamento, produção e suprimentos) com índice de resposta de 30%. O objetivo desta primeira etapa foi verificar a percepção dos profissionais quanto à importância da gestão dos subempreiteiros no cumprimento das metas relacionadas aos prazos, custos e qualidade dos serviços. Posteriormente, dos 30 questionários respondidos, foram selecionados 4 para a etapa de entrevistas presenciais. O objetivo foi obter dados mais relevantes sobre a gestão dos subempreiteiros e confrontá-los com o resultado encontrado nas respostas dos questionários. A coleta de dados ocorreu entre os meses de maio e agosto de 2014.

Os questionários foram respondidos por profissionais com uma média de 13 anos de experiência, em sua maioria, membros de construtoras de grande porte atuantes no segmento de edificações comerciais e residenciais. As empresas selecionadas para as entrevistas são empresas de grande porte, relacionadas no Ranking ITC 2013 e certificadas pelo PBPQ-H nível A e atuam no segmento de edificações. Das quatro empresas estudadas, apenas uma não atua no segmento de incorporação. Foram analisadas 2 obras comerciais, sendo uma de incorporação própria e outra com incorporação de investidores, e 2 obras residenciais, ambas de construção e incorporação próprias. Todas as obras comerciais estão situadas no centro da cidade do

Rio de Janeiro, e as obras residenciais, nos bairros Tijuca e Rocha Miranda, zona norte da cidade do Rio de Janeiro.

6 RESULTADOS DOS ESTUDOS DE CASO

6.1 A gestão dos subempreiteiros

Durante a análise de dados constatou-se que a subcontratação de execução dos serviços é a principal estratégia das construtoras. Este processo é iniciado na pré-qualificação, que consiste em manter um banco de dados de fornecedores confiáveis e de nível técnico e organizacional similares. Contudo, foi detectada a presença de fornecedores não confiáveis e de quadros de concorrência com fornecedores de diferentes níveis organizacionais, demonstrando um processo de qualificação falho, sem a realização de análise profunda da capacidade do subempreiteiro em fornecer o serviço dentro das condições exigidas pela construtora.

O processo de concorrência é realizado sem informações referentes a projeto executivo, produtividade esperada, prazos, penalidades e demais exigências da construtora. São fornecidas apenas as quantidades de serviço. A decisão da contratação dos subempreiteiros está pautada no critério do menor preço.

Ao longo da execução dos serviços, as empresas avaliam os subempreiteiros, não impedindo que subempreiteiros mal avaliados continuem atuando nas obras e mantidos no cadastro de pré-qualificação. Ressalta-se que o não cumprimento do contrato raramente resulta na aplicação das penalidades previstas, sob a justificativa da falta de capacidade financeira do subempreiteiro, tendo como efeito problemas na produção. A seguir são apresentados, no Quadro 3, o percentual de aderência dos principais processos de gestão praticados nas empresas analisadas, e no Quadro 4, os principais problemas relatados pelos gestores de produção.

Quadro 3 – Aderência aos processos de gestão observados

Processo	% de incidência
Empresa adota apenas mão de obra terceirizada para execução dos serviços.	75%
A decisão de subempreitar o serviço é tomada com base em riscos e custos.	25%
A empresa adota como único critério de seleção das propostas o menor preço.	75%
Os fornecedores passam por um processo de pré-qualificação.	100%
A pré-qualificação garante subempreiteiros capazes de cumprir com os compromissos assumidos.	25%
São fornecidas informações adequadas para a formação de preços.	25%
As empresas aplicam as penalidades cabíveis previstas nos contratos.	25%
As empresas avaliam os subempreiteiros durante a execução dos serviços.	100%
As empresas estão comprometidas em não contratar novamente as subempreiteiras mal avaliadas.	25%

Fonte: Autores (2014)

Quadro 4 – Principais problemas relacionados à mão de obra subcontratado pelo ponto de vista dos gestores de produção

Problema	Percepção Incorporação	Percepção Contratação
Descaso com a segurança do trabalho.	Elevada	Baixa
Dificuldade no cumprimento dos prazos e ausência de controle de qualidade.	Elevada	Baixa
Alto índice de retrabalho e desperdício de materiais.	Elevada	Média
Relacionamento distante com os funcionários da subempreiteira.	Elevada	Elevada
Treinamento precário dos operários e mão de obra desqualificada.	Média	Média
Ausência de equipe fixa na obra e baixo efetivo.	Elevada	Baixa
Falta de liberdade na contratação e alocação de operários.	Elevada	Baixa
Falta de comprometimento.	Média	Baixa
Perda do controle sobre o processo de produção.	Elevada	Baixa
Desconhecimento dos custos por parte do subempreiteiro, causado pela capacidade técnica e de organização inadequadas.	Elevada	Baixa
Desacordos no acerto dos preços e nos critérios empregados na medição dos serviços executados.	Média	Baixa
Ausência de terminalidade dos serviços.	Baixa	Baixa

Fonte: Autores (2014)

Ao longo do estudo de caso foi verificado que nas obras de incorporação própria as metas financeiras são atingidas através da contratação de pequenas empresas geridas por ex-operários da construção civil, com baixa escolaridade, sem conhecimento de formação de preço, produtividade e ferramentas de gestão tanto de produção quanto de administração, praticando preços baixos. Este perfil muda quando a construtora é contratada por valor fixo de contrato para execução de empreendimentos cujo prazo é fator determinante. Neste caso, as empresas buscam fornecedores confiáveis e contam com um rigoroso processo de qualificação, buscando garantir o atendimento dos prazos devido às fortes multas incidentes em caso de atraso na entrega.

Ao longo do estudo de caso foi verificado que nas obras de incorporação própria as metas financeiras são atingidas através da contratação de pequenas empresas geridas por ex-operários da construção civil, com baixa escolaridade, sem conhecimento de formação de preço, produtividade e ferramentas de gestão tanto de produção quanto de administração, praticando preços baixos. Este perfil muda quando a construtora é contratada por valor fixo de contrato para execução de empreendimentos cujo prazo é fator determinante. Neste caso, as empresas buscam fornecedores confiáveis e contam com um rigoroso processo de qualificação, buscando garantir o atendimento dos prazos devido às fortes multas incidentes em caso de atraso na entrega.

7 CONCLUSÃO

A subempreitada na construção civil varia de acordo com os objetivos da construtora. Em obras de incorporação própria cujo fator determinante é o custo, as contratações são realizadas, exclusivamente, com base no menor preço. Esta prática gera problemas relacionados à segurança do trabalho, elevado índice de retrabalho e dificuldade no cumprimento dos prazos. Todavia, nos casos onde o prazo é fator determinante, observa-se uma preocupação para contratação de subempreiteiros bem estruturados, com capacidade de gerenciar sua produção de forma a garantir a produtividade esperada para o cumprimento dos cronogramas. Desta forma, são verificados dois perfis distintos de empresas subempreiteiras: as geridas de forma amadora e as geridas de forma profissional.

As construtoras transferem a execução dos serviços e a gestão da produção, no que tange a produtividade e dimensionamento de equipes, aos subempreiteiros. Nos casos de incorporação própria, praticam-se preços baixos, contratando fornecedores sem o fornecimento de informações adequadas para a composição de preços, além de contarem com um quadro de fornecedores sem conhecimento de gestão da produção e sem conhecimento de gestão administrativa. Este cenário leva à baixa produtividade, dimensionamento inadequado das equipes para atender ao volume de produção esperado e pouca preocupação com os aspectos de segurança do trabalho. No caso onde a construtora é contratada a preço, investe-se em subempreiteiros com boa capacidade de gestão da produção, buscando minimizar os riscos de não cumprimento do contrato com os investidores, garantindo a viabilidade financeira do projeto.

Quanto aos problemas de produção, relacionados à prática de subempreitar, percebe-se maior incidência nas obras de incorporação própria, nas quais são contratadas empresas de baixa capacidade de gestão da produção, sendo a decisão de contratação pautada pelo menor preço. Nas obras onde a construtora é contratada por grupo de investidores a percepção dos problemas com subempreiteiros é menor. Este fato é justificado pelo processo rigoroso de seleção das empresas e pelas penalidades rigorosas previstas em contrato e aplicadas. Esta observação confirma as afirmações de Brandli (1998), Lordsleem (2002) e Pereira (2003) que ressaltam a importância da organização das empresas subempreiteiras e das construtoras.

A análise do processo de gestão de subempreiteiros nas empresas estudadas permitiu propor estratégias para mitigar as desvantagens da subempreitada, melhorando a produtividade e reduzindo os atrasos nos cronogramas. Entre os procedimentos a serem implantados propõe-se adoção de critérios rigorosos para a pré-qualificação de fornecedores, redução na quantidade de fornecedores cadastrados, mudanças na modalidade de contratação, medição e pagamento, e o desenvolvimento de parcerias.

Quando comparadas em relação a incidência de problemas de produção causados por subempreiteiros, percebe-se que esta é maior nos casos das obras de incorporação própria. Desta forma, é necessário comparar a estratégia de garantir a lucratividade esperada através da contratação exclusiva pelo menor preço com a estratégia da melhoria da produtividade e redução de perdas através da contratação de melhores subempreiteiros. Esta análise pode levar a melhores resultados nos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, A.G.D.B.; MONETTI, E. Subcontratação: uma opção estratégica para a produção. Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP, 2002.

- ALVES, J.J.M.; FERREIRA, M.L.R. Gestão de contratos de obras para implantação de pequenas centrais hidrelétricas. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 26., 2006, Fortaleza.
- BRANDLI, L.L. **A estratégia de subcontratação e as relações organizacionais na construção civil de Florianópolis.** 1998. 147p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 1998.
- BRASIL. Ministério das Cidades. **Sistema de avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras da construção civil - SiAC.** Brasília, DF, 2012. 115p.
- CHEUNG, S; NG, T.S.T.; WONG, S.; SUEN, H. C. H. Behavioral aspects in construction partnering. **International Journal of Project Management**, n.21, 333-343, 2003.
- FILIPPI, G.A.; PEREIRA, S.R. Estratégias de Produção de Micro e Pequenas Empresas: Subempreiteiros da Construção Civil. Trabalho da disciplina de Pós-Graduação do Curso de Engenharia Civil e Urbana da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo: Estratégias de Produção na Construção Civil. São Paulo, 1999, 63 p.
- GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa.** - 4.ed. – São Paulo : Atlas, 2002.
- LORDSLEEM, A.C.Jr. **Metodologia para capacitação gerencial de empresas subempreiteiras.** 288 f. Tese (Doutor em Engenharia) - Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.
- LORDSLEEM, A.C.Jr.; BARROS, M.M.B de. Empresas subempreiteiras : como organizar os processos comercial, de segurança e de produção. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, 2003.
- MORATTI, T. **Diretrizes para a implantação da gestão estratégica de suprimentos em empresas construtoras.** 2010. 193 f. Dissertação (Mestre em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- NEUMANN, A.G. **Modelo multicritério no processo de seleção de subempreiteiros na construção civil.** 177 f. Dissertação (Mestre em Estruturas e Construção Civil) - Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2008.
- OHNUMA, D. K.; CARDOSO, F.F. Modelo de processos para a gestão de subempreiteiros. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, 2006.
- PEREIRA, S. R. **Os subempreiteiros, a tecnologia construtiva, e a gestão dos recursos humanos nos canteiros de obras de edifícios.** 2003. 291 f. Dissertação (Mestre em Engenharia) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.
- PEREIRA, S. R.; FILIPPI, G.A.; CARDOSO, F.F. Micro e pequenas empresas fornecedoras de mão de obra da construção civil: caracterização, organização e estratégia. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA E GESTÃO DA QUALIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 2., 2000, Recife.
- Ranking as 100 maiores construtoras. Inteligência empresarial da construção. Disponível em: <<http://rankingitc.com.br/>>. Acesso em: 20 ago. 2014.
- SERRA, S.M.; FRANCO, S.L. Diretrizes para gestão de subempreiteiros. **Boletim Técnico da Escola Politécnica da USP**, 2001.
- VILLACRESES, X.E.V. **Análise estratégica da subcontratação em empresas de construção de pequeno porte.** 1994. 138p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1994.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PROCESSO DE CONTRATAÇÃO DE SERVIÇOS DE EMPREITADA E O SEU IMPACTO EM OBRAS DE EDIFICAÇÃO.

DUCA, Adriana Guimarães (1); ANDERY, Paulo Roberto Pereira (2)

(1) e-mail: adrianagduca@yahoo.com.br (2) e-mail: paulo@demc.ufmg.br, Universidade Federal de Minas Gerais, (31) 8603-2523.

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo a realização de um estudo exploratório sobre o processo de contratação de serviços de empreitada na construção civil e o seu devido impacto na gestão de um empreendimento habitacional. O foco do trabalho consiste no estabelecimento de características gerais para um processo de gestão de contratos, assim como o desempenho financeiro atrelado a ele, e um estudo exploratório da prática deste processo em uma construtora de grande porte. A literatura aponta uma tendência do mercado em substituir os trabalhadores próprios por mão de obra empreitada devido à facilidade de desmobilização dos mesmos em situações de crise financeira. E ainda, que o aumento da subempreitada trouxe dificuldades à gestão do empreendimento pelo fluxo de informações inadequado entre construtora e fornecedor. Para o desenvolvimento da pesquisa foi utilizada a metodologia de estudo de caso múltiplo para a análise em três obras habitacionais de uma construtora. Os dados sobre o processo geral de contratação, de gestão e as particularidades que impactam no resultado financeiro de cada obra foram obtidos por entrevistas semiestruturadas, observação direta da rotina de trabalho e análise de relatórios da empresa. Observou-se que o processo de aquisição na empresa estudada possui os princípios básicos listados pelo PMBOK, entretanto, existem sugestões que não são seguidas pela construtora que impactam no resultado da obra. Com as análises de cada obra demonstrou-se a importância de um gerenciamento de contratos completo, no qual o gestor tenha o domínio total de todas as informações sobre o contrato e sobre a execução do mesmo. Dessa forma é possível impedir ou mitigar impactos negativos no resultado financeiro da obra, e até mesmo apontar impactos positivos não esperados.

ABSTRACT

This paper aims to carry out an exploratory study on the process of hiring contracts services in the civil construction industry and its impact in the management of a housing project. The focus of the work is to establish general characteristics for a contract management process as well as the financial performance related to it, and an exploratory study of this practice in a major construction company. Literature points a market trend in replacing the workers for contract labor due to the ease of demobilization of the last during a financial crisis. It also points that the increase in subcontracting works creates management issues due to improper information flow between construction company and contractor. In the research development, a multiple

case study was conducted for the analysis of three housing works of a construction company. Data on the overall process of hiring, management and characteristics that impact the financial results of each work were obtained by semi-structured interviews, direct observation of work routine and analysis of company reports. It was noticed that the procurement process in the studied company follows the basic principles approached by the PMBOK. However, there are some suggestions not followed by the construction company which impact the financial result of the work. From the analysis of each construction work, the importance of a complete contract management was demonstrated, in which the manager has total control of all the information about the contract and its execution. Therefore you can prevent or mitigate negative impacts on the financial results of the construction work, and even point out unexpected positive impacts.

1 INTRODUÇÃO

Segundo MONTAÑO (1999) e CHIANG (2009) a tendência do mercado em reduzir o número de trabalhadores próprios e trabalhar com mão de obra fornecida por pequenas e microempresas subempreiteiras pode ser explicada pela facilidade em demitir os funcionários em situações de crise financeira.

A transição entre mão de obra própria e terceirização gerou inicialmente muitos problemas, uma vez que as construtoras não possuíam um modelo de gestão para integração de parceiros, não havia política para desenvolvimento de fornecedores e desconheciam as consequências de contratações de empresas que não se recolhiam os impostos de forma adequada (CHOMA, 2007).

Apesar da frequente prática de subempreitada (CHAU, 1995), os critérios adotados para a escolha do fornecedor ainda não são bem definidos. O processo de seleção ainda é muito falho pois, geralmente a escolha do subempreiteiro é baseada na análise entre o preço da proposta e o valor previsto em orçamento (BRANCO apud SERRA, 2003), ou seja, com frequência utiliza-se o critério do menor preço sem outros parâmetros que permitam estabelecer critérios de seleção.

A necessidade de contratação de subempreiteiros na construção civil, transferindo atividades fins caracterizadas pelas etapas do processo produtivo, ainda demanda uma série de explicações (BRANDLI, 1999; ENSHASSI, 2008).

A adoção de ferramentas para a gestão de contratos de serviços é de extrema importância, pois quando geridos de forma eficaz, os subcontratados podem levar seu contratantes a um bom posicionamento no mercado (CHIANG, 2009; LIN, 2003). Atualmente há uma deficiência neste sentido, uma vez que muitas vezes são utilizadas ferramentas inadequadas para o objetivo proposto, falta conhecimento para estruturação e aplicação de um processo gerencial e falta comunicação entre os responsáveis em todo o ciclo da contratação (OLIVEIRA, 2009; SERRA, 2003; CHUNG, 2006).

No contexto brevemente delineado acima, o objetivo geral desta pesquisa é realizar um estudo exploratório sobre o processo de contratação de serviços de empreitada na construção civil e o seu devido impacto na gestão de um empreendimento habitacional.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A contratação de um empreiteiro pode ser entendida como a aquisição de um serviço necessário para realizar o trabalho com um esforço externo à equipe envolvida

(OLIVEIRA, 2009; ENAP, 2014) e necessita de um gerenciamento devido à dificuldade de realização do projeto dentro dos objetivos pré-definidos de prazo, custo, risco e qualidade (OLIVEIRA, 2009). E ainda, a falta de subempreiteiros qualificados e os problemas de comunicação entre contratante e contratada devido à falta de confiança entre os mesmos acentuam as dificuldades e prejuízos inerentes ao processo de contratação (SERRA, 2001), tais como:

- custos com negociação e coordenação de cada contrato (BRANDLI, 1998; SHIMIZU; CARDOSO, 2002);
- riscos associados à inadequação do contrato entre as partes (SERRA, 2001);
- complexidade de gerenciar atores com objetivos distintos (SERRA, 2001; SHIMIZU; CARDOSO, 2002);
- fragmentação do processo de contratação (MATURANA; ALARCON; VRSALOVIC, 2004);
- necessidade de realizar treinamento a cada novo subempreiteiro contratado (SERRA, 2001; OHNUMA, 2003);
- falta de integração entre diferentes equipes que trabalham em um mesmo momento da obra (SERRA, 2001; SHIMIZU; CARDOSO, 2002).

O gerenciamento de aquisições segundo tratado pelo capítulo 12 do PMBOK (2012) é dividido da seguinte forma:

- 12.1 - Planejar as aquisições: etapa em que se determinam os serviços a serem subempreitados, em qual momento, vantagens e desvantagens, definição de escopo, elaboração do documento com a descrição do serviço a ser contratado, levantamento de quantidades, decisão da modalidade de contratação, preparação de editais (CHOMA, 2007; OLIVEIRA, 2009);
- 12.2 - Conduzir as aquisições: etapa de verificação do cadastro de empreiteiros, encaminhamento de especificações, recebimento de propostas, negociação do contrato (CHOMA, 2007; OLIVEIRA, 2009);
- 12.3 – Administrar as aquisições: etapa de execução da obra e acompanhamento do planejamento prévio (CHOMA, 2007; OLIVEIRA, 2009), monitorando o desempenho do contrato;
- 12.4 – Encerrar as aquisições: aceite final do projeto com anotações de lições aprendidas e feedback para novas contratações (CHOMA, 2007; OLIVEIRA, 2009).

Com o gerenciamento do ciclo de vida do processo de aquisição e uma redação cuidadosa dos termos e condições das aquisições, alguns riscos do projeto podem ser evitados ou mitigados (PMI, 2012), como por exemplo, o insucesso da subempreitada apontado por SERRA (2001) como proveniente da escolha do fornecedor feita com base apenas no menor preço da concorrência, ou ainda, devido à modalidade de contrato inadequada que foi celebrada.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Para atender aos objetivos propostos foi adotada uma metodologia de trabalho com uma etapa de revisão bibliográfica a cerca do assunto, a qual é imprescindível para fornecer subsídios para os questionamentos e indagações ao decorrer da pesquisa, e uma etapa de estudo de caso realizado no âmbito de uma empresa construtora, envolvendo as formas de contratação de serviços, como indicado nos objetivos e detalhado na sequência. A metodologia escolhida foi considerada adequada ao proposto por se tratar de um estudo

exploratório no qual um fenômeno será analisado sem a intervenção do pesquisador no mesmo. Para a realização do estudo de caso foram selecionadas obras com diferentes produtos do portfólio da empresa, o que caracteriza um estudo de caso múltiplo por se tratar de casos independentes, ainda que na mesma empresa.

O fluxograma da figura 1 apresenta de forma gráfica a sequência das atividades e instrumentos de coleta de dados da pesquisa.

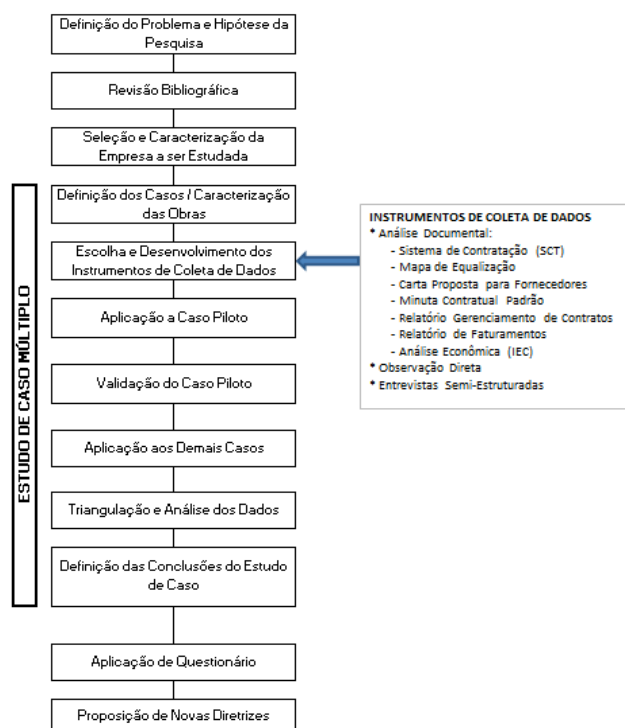


Figura 1- Fluxograma da Pesquisa
(Fonte: Elaborado pela autora)

Com o estudo de caso buscou-se caracterizar o processo de contratação de serviços de terceiros em uma empresa construtora sediada na cidade de Belo Horizonte, assim como os problemas que podem decorrer de uma ausência ou má gestão destes contratos. O estudo foi realizado considerando os contratos de empreitada de três diferentes obras da empresa escolhida.

A empresa estudada é uma construtora e incorporadora com 33 anos de atuação na indústria da construção civil. A construtora possui em seu portfólio edificações comerciais e residenciais desde o alto padrão até o popular, entretanto, o principal destaque da companhia são os empreendimentos populares, segmento no qual a empresa se consolidou como um dos maiores nomes no ramo. Embora seja opção da empresa trabalhar com mão de obra própria, algumas atividades que escapam ao domínio da construtora, tais como pintura, instalações, esquadrias de alumínio, revestimento em gesso e cerâmico, são geralmente subempreitadas.

A fim de se validar o modelo do estudo de caso proposto foi realizada uma aplicação a um caso piloto para ajustar eventuais pontos fracos na estrutura do trabalho antes de prosseguir com o mesmo. O caso piloto foi aplicado e após a confirmação do atendimento ao objetivo proposto, isto é, validação do caso piloto, passou-se a aplicação aos demais casos selecionados. Após a condução do estudo de caso foi elaborada uma etapa de triangulação e análise de dados a fim de confrontar as análises obtidas para cada obra e cruzar as conclusões obtidas em prol de um resultado único.

O Quadro 1 resume as principais ferramentas que foram utilizadas para a coleta de dados com suas devidas explicações e os dados que obtidos em cada uma.

Quadro 1 - Ferramentas a Serem Utilizadas e Respective Dados Desejados

Ferramentas	O que é?	Informações Desejadas
Sistema de Contratação (SCT)	Sistema via web através do qual as solicitações para contratação são realizadas.	Caracterização das solicitações: quantitativos e especificações.
Mapa de Equalização	Mapa para Comparação das Propostas dos Fornecedores (Preço, Condições de Pagamento).	Caracterização da escolha do fornecedor.
Carta Proposta para Fornecedores	Carta com especificações a respeito do serviço a ser contratado.	Caracterização do processo de contratação.
Minuta Contratual Padrão	Termos Legais de um Contrato.	Direitos e Deveres das partes envolvidas.
Relatório de Gerenciamento de Contratos	Relatório que compila todas as informações a respeito de cada contrato, como comparação entre valor orçado e valor contratado, percentual já faturado, total faturado como medição, total faturado como materiais comprados em nome da construtora para uso do fornecedor (faturamento direto), possíveis adiantamentos.	Acompanhamento financeiro das medições realizadas ao fornecedor.
Relatório de Faturamentos	Relatório retirado do ERP da empresa que indica todas as despesas faturadas relacionadas a cada contrato.	Acompanhamento financeiro dos totais faturados em cada contrato (medição, recolhimento de impostos, materiais faturados diretamente em nome da construtora).
Análise Econômica (IEC)	Comparação entre o custo previsto e o realizado para a execução de cada tarefa listada no plano de contas.	Análise financeira da atividade executada ao comparar o previsto com o realizado.

Fonte: Elaborado pela Autora

Para a caracterização do processo de contratação de empreiteiros na empresa em questão foram realizadas análises do Sistema de Contratação (SCT), no qual são feitos os pedidos, das Cartas Convites enviadas para fornecedores como start da concorrência e dos Mapas de Equalização de Propostas, além de entrevistas semiestruturadas com os envolvidos no processo. As minutas contratuais padrões foram estudadas e o banco de dados de contratos de cada obra selecionada exportado do sistema integrado da empresa para tabulação das informações.

Para a análise entre o resultado financeiro de cada item do plano de contas e a gestão de contratos por obra foi utilizado o relatório extraído do sistema integrado da empresa que relaciona todos os processos de pagamento vinculados a cada contrato (Relatório de Faturamentos), a planilha que compila todas as informações de cada contrato (Gerenciamento de Contratos) e o arquivo utilizado para se obter o índice econômico da obra (IEC).

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Em geral, observa-se que todo o processo de aquisição desenvolvido pela empresa estudada possui os princípios básicos listados pela principal referência deste trabalho, o PMBOK, como pode ser visto através do Quadro 2. Entretanto, em todas as etapas há alguma sugestão que não é seguida e que implica em impactos para o resultado da obra.

Conforme observado no cotidiano da empresa, a construtora não utiliza qualquer formulário para avaliação de qualificação de fornecedores potenciais, o que também é recomendado por SERRA (2002) e inexistente um critério para a seleção dos mesmos, sendo assim todos os fornecedores de conhecimento do comprador recebem cartas convites para participação da concorrência de forma indiscriminada. Esta situação poderia ser contornada se ao receber as propostas houvesse por parte do comprador uma separação entre partes técnica e comercial a fim de analisar separadamente a competência do fornecedor.

Quadro 2 - Comparativo Princípios PMBOK x Realidade Empresa

		PMBOK	EMPRESA
Planejar as Aquisições	Equipe existente x Equipe necessária = Necessidade de contratação	ok	ok
	Justificativa e Requisitos Necessários ao Projeto	ok	ok
	Determinação do Orçamento	ok	ok
	Gerenciamento de Fatores Externos a Empresa	ok	-
	Procedimento Organizacional para o Processo	ok	ok
	Avaliação de Qualificação dos Fornecedores Potenciais	ok	-
	Formulário Padrão para Solicitação de Propostas	ok	ok
Conduzir as Aquisições	Critérios para seleção de fornecedores	ok	-
	Reunião com todos os Fornecedores para Esclarecimento de Dúvidas	ok	-
	Separação entre Partes Técnicas e Comercial das Propostas	ok	-
	Análise de Propostas	ok	ok
	Negociação	ok	ok
Administrar as Aquisições	Avaliação de Competência do Fornecedor	ok	-
	Recolhimento de Documentação do Empreiteiro	ok	ok
	Acompanhamento Mensal das Atividades Realizadas	ok	ok
	Controle de Alterações Contratuais	ok	ok
Encerrar as Aquisições	Comprovantes Pagamento Obrigações Trabalhistas	ok	ok
	Encerramento de Pendências	ok	ok
	Documento Formal com a Finalização do Contrato	ok	ok
	Documento com Lições Aprendidas	ok	-

Fonte: Elaborado pela autora.

O que ocorre na empresa estudada e é recorrente em muitas outras, conforme sugerido pela literatura, é que o critério de seleção do vencedor da concorrência se baseia apenas na análise de preço. Este fato aliado à falta de um critério de seleção que avalie a competência do fornecedor facilita a execução de serviços por empreiteiros inadequados, o que pode resultar em problemas futuros.

Pela observação direta da rotina de trabalho, pode-se concluir que na fase de Administração das Aquisições também não é realizada uma avaliação formal de competência do fornecedor, fato observado também na pesquisa de CHUNG (2006) e, portanto, os problemas ocorridos com o empreiteiro durante a execução dos serviços não são registrados. O mesmo ocorre para o Encerramento das Aquisições no qual não existe qualquer ferramenta que permita o registro das lições aprendidas para servir de referência em contratações futuras. Sendo assim, a aprendizagem com cada contratação fica apenas na memória de cada gestor e comprador envolvido no processo e se perde a cada vez que um funcionário se desliga da empresa.

A partir do estudo realizado concluiu-se que os serviços contratados com maior relevância são pintura, instalações, esquadrias de alumínio, revestimento cerâmico, revestimento em gesso, forma, ar condicionado e drywall, atividades compatíveis com o apresentado em estudos já citados no texto. Foi constatado que, apesar de possuir um peso financeiro significativo, a empresa não está apta a desenvolver estas atividades com sua mão de obra própria, isto, pois os serviços exigem equipes altamente especializadas para executar a tarefa com a qualidade exigida e no prazo necessário.

As contratações de empreiteiros na empresa foram relacionadas com quatro diferentes tipos de minutas contratuais: preço unitário, preço global sem fornecimento de material, com fornecimento de material e com fornecimento de material via faturamento direto. A partir das análises realizadas no trabalho concluiu-se que a modalidade contratual mais significativa na amostra selecionada é a empreitada global com fornecimento de material via faturamento direto, isto é, a empresa estudada adquire os materiais que o fornecedor necessita para a execução do serviço e, posteriormente, desconta estes valores nas medições dos serviços executados.

Conforme observado na rotina de trabalho e confirmado pelo departamento jurídico da empresa, é uma opção da construtora trabalhar preferencialmente com minutas de contrato no formato de empreitada global, pois esta modalidade transfere ao terceiro mais responsabilidade sobre a gestão da execução do serviço visto que em um contrato global o empreiteiro tem que entregar o serviço completo para receber o valor previamente acertado.

Já a opção por faturamento direto ocorre, segundo departamento jurídico, com o principal intuito de evitar a incidência de um excesso de carga tributária de PIS e COFINS sobre a transação. Esta modalidade é escolhida quando há um volume de materiais significativo a ser adquirido, o que possibilita à construtora uma negociação para aquisição com um melhor preço. Embora a modalidade com fornecimento de material via faturamento direto seja interessante para ambos os envolvidos no contrato, a tendência é que não sejam mais realizados contratos nesta modalidade devido a falta de responsabilidade dos gestores de contratos com o assunto.

Diante das análises realizadas observou-se a inexistência de um padrão que relacione o tipo de minuta contratual com o tipo de obra e o tipo de atividade a ser empreitada, pelo menos dentro do conjunto de casos estudados.

A partir do estudado foi possível concluir que o gerenciamento de contratos durante a administração do mesmo pode afetar diretamente o resultado financeiro da obra, seja com impactos positivos ou negativos. Em uma obra o resultado poderia ter sido prejudicado caso não tivesse sido quantificado a quantidade produzida pelos funcionários da empresa emprestados ao empreiteiro e este valor descontado da medição. Ao ter o domínio da apropriação de seu pessoal, o gestor do contrato deixou de arcar com um custo que já estava embutido no valor do contrato. Ao contrário desta situação favorável, em outra obra o fato de não ter colhido esta informação impediu que fosse feito o desconto e assim a obra arcou duplamente com o custo da execução, uma vez com o custo folha dos funcionários emprestados e outra com o custo embutido no preço unitário do empreiteiro.

O exemplo acima é uma situação simples que pode ocorrer no andamento do contrato, é fácil de ser tratada e possui um impacto direto sobre o custo, mas depende totalmente do grau de envolvimento do gestor do contrato.

Outro caso importante de ser destacado é o grau de detalhamento necessário para um bom gerenciamento de contrato com o fornecimento de material via faturamento direto. Como destacado anteriormente, é uma modalidade contratual utilizada frequentemente pela empresa, mas com tendência a ser reduzida devido às ingerências cometidas pelos gestores. O acompanhamento dos itens em faturamento direto é delicado, pois qualquer falta de atenção pode levar à medição integral do contrato sem a totalização dos descontos dos materiais adquiridos em nome da empresa. E nestas situações, o custo incorrido leva diretamente a um impacto negativo no resultado financeiro.

Nas obras 2 e 4 os gerenciamentos dos contratos foram impecáveis. Antes de toda medição, os processos de compra vinculados ao contrato eram cuidadosamente analisados e indicados no boletim com o respectivo desconto do mês. Além disto, foi observada também a necessidade de todos os processos solicitados pelo fornecedor e aqueles que não seriam mais utilizados foram descartados do sistema de forma a descomprometer o saldo contratual. O cuidado tomado pelos gestores em ambas as obras permitiu que os contratos fossem finalizados sem qualquer tipo de problema. Caso a atenção não tivesse sido redobrada poderia ter acontecido a falta de algum desconto no contrato da obra 2, o que acarretaria em prejuízo ao item uma vez que o valor seria pago

integralmente ao empreiteiro por estar embutido em seu custo unitário, mas na realidade quem arcou com a aquisição foi a construtora.

Já na obra 4 o contrato poderia ter se encerrado com um desgaste com o empreiteiro pois, do saldo do mesmo são descontados todos os processos de compra vinculados. Assim, com processos em aberto não haveria saldo suficiente para o pagamento da medição do fornecedor.

Foi demonstrada ainda a importância da realização de um levantamento preciso das informações do escopo dos serviços contratados, como por exemplo, o ocorrido na obra 3 em que a descrição das atividades contratadas não era condizente com a realidade dos serviços executados e, portanto, houve a necessidade de uma memória de cálculo auxiliar que possibilitasse o acompanhamento real da medição. Se esta falha não tivesse sido identificada pelo gestor do contrato, dificilmente o mesmo saberia identificar o serviço que estava sendo pago e a medição seria na verdade correspondente ao valor que o empreiteiro gostaria de receber. A princípio este caso não resultaria diretamente em um desvio financeiro, entretanto a falta de informação por parte da obra poderia viabilizar a solicitação de um aditivo por parte do fornecedor alegando a execução de algum serviço que não estava inicialmente previsto em contrato, e assim traria imediatamente um sobre custo à atividade.

Portanto, com o desenvolvimento das análises demonstrou-se a importância de um gerenciamento de contratos completo, no qual o gestor tenha o domínio total de todas as informações sobre o contrato e sobre a execução do mesmo. Dessa forma é capaz de impedir ou mitigar impactos negativos no resultado financeiro da obra, e até mesmo apontar impactos positivos não esperados.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Um ponto importante a ser tratado para a melhoria do processo de contratação da empresa é a aplicação de formulários de avaliação de fornecedores. Através do preenchimento destes questionários será possível instaurar na construtora um banco de dados com empreiteiros qualificados e assim melhorar as contratações. O preenchimento consciente dos formulários fornecerá subsídios para a melhoria do processo em todas as etapas divididas pelo PMBOK, e assim o processo desenvolvido dentro da construtora será ainda mais aderente ao sugerido na literatura.

Com o desenvolvimento de um processo de qualificação de fornecedores espera-se que haja mais critério para a escolha dos fornecedores em potencial, de forma que todas as observações sobre os empreiteiros sejam devidamente documentadas e disponibilizadas a todos os envolvidos no processo de contratação. A partir de uma seleção mais criteriosa blinda-se da participação da concorrência empresas que não estão aptas a executar os serviços ou já tenham apresentado qualquer tipo de problema em outra obra da construtora.

A principal melhoria que deve ser realizada no processo de gestão de contratos da empresa é cultural, assim como apontado também por SERRA, 2003. Os gestores precisam entender a importância de seu papel e o desempenhar de forma responsável, sempre atentos aos mínimos detalhes. As duas sugestões de melhoria propostas são, portanto, ferramentas que só funcionam quando aplicadas com comprometimento.

REFERÊNCIAS

- BRANCO, J. A. S.; SERRA, S. M. B.; **A Prática da Subempreitada na Construção Civil da Cidade de São Carlos**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2003.
- BRANDLI, L. L.; **A Organização do Trabalho através da Estratégia de Subcontratação: um estudo de caso na indústria da construção de Florianópolis**. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- BRANDLI, L. L.; MARTIGNAGO, G.; HEINECK, L. F. M.; **Estratégias de Terceirização e Sucontratação na Construção Civil**. Anais, ENEGEP, 1999.
- CHAU, K. W. et al; **Subcontracting in the Construction Industry – A Transaction Cost Minimization Perspective**. Proceedings of the 21st Annual Meeting in Hong Kong on International Building Economics. Hong Kong, 1995.
- CHIANG, Y. H.; **Subcontracting and its ramifications: A Survey of the Building Industry in Hong Kong**. International Journal of Project Management, 2009.
- CHOMA, A. A.; **Como gerenciar contratos com empreiteiros: manual de gestão de empreiteiros na construção**. São Paulo: Pini, 2007.
- CHUNG, A. S. Y. et al; **The Practice of Subcontractor Appraisal in the Construction Industry of Hong Kong**. Construction in Developing Economies: New Issues and Challenges. Santiago, 2006.
- ENAP; **Gerenciamento dos Riscos, das Aquisições, das Partes Interessadas e da Integração**. Brasília, 2014. (Acessado por <http://www.enap.gov.br> em 15 de setembro de 2014).
- ENSHASSI, A.; **The Contractor-Subcontractor Relationship: the General Contractor's View**. Proceedings from International Conference on Building Education and Research. School of the Built Environment. Salford, 2008.
- LIN, P. H., et al; **Intelligent Agent-Based Subcontracting System in Construction**. International Symposium on Automation and Robotics in Construction. Eindhoven, 2003.
- MATURANA, S.; ALARCON, L.; VRŠALOVIC, M.; **Achieving Collaboration in The Construction Supply-Chain: an On-Site Subcontractors Evaluation Methodology**. Annual Conference of The International Group for Lean Construction. Copenhagen: IGLC, 2004.
- MONTAÑO, C. E.; **Microempresa na Era da Globalização: uma abordagem crítica**. São Paulo, 1999. Editora Cortez.
- OHNUMA, D. K.; **Modelo de Processos para a Gestão de Subempreiteiros: estudo de caso em empresas construtoras de edifícios**. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.
- OLIVEIRA, M. B.; **Gestão de Processos e Contratos de Serviços na Construção Civil**. – V Congresso Nacional de Excelência em Gestão. 2009.
- PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 4^a Edição. Project Management Institute. São Paulo: Saraiva, 2012.
- SERRA, S.M.B.; **Diretrizes para a Gestão dos Subempreiteiros**. Tese (Doutorado). Universidade Federal de São Paulo. São Paulo, 2001.
- SERRA, S. M. B. et al; **Guidelines for Management of Subcontractors in the Civil Construction Services**. Sustainable Building. Rotterdam, 2002.
- SERRA, S.M.B. et. al.; **Analysis of Subcontracting in Brazilian Civil Construction and Guidelines for Management of the Safety and Health of the Work**. Construction Project Management Systems: The Challenge of Integration. Rotterdam, 2003.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

SHIMIZU, J. Y.; CARDOSO, F. F.; **Subcontracting and Cooperation Network in Building Construction: a literature review. Annual Conference of The International Group for Lean Construction.** Porto Alegre: IGLC, 2002.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

LA INTERVENTORÍA COMO FORMA DE SUPERVISIÓN DE PROYECTOS: LA EXPERIENCIA COLOMBIANA

ROMERO, Camilo (1); VARGAS, Hernando (2)

(1) Universidad de los Andes, (57-1) 301 2069790, e-mail: ca.romero962@uniandes.edu.co (2)
Universidad de los Andes, e-mail: hvargas@uniandes.edu.co

RESUMEN

Este documento expone la investigación realizada para esclarecer los orígenes y evolución de la figura de la interventoría en Colombia. Esta forma de supervisión ha sido utilizada para control y vigilancia de estudios y obras, especialmente definida para contratos de obra pública y extendida finalmente a la contratación privada en la ingeniería civil en Colombia. Por sus rasgos locales específicos y sus cambios a través de sucesivas experiencias y legislaciones, esta forma de supervisión ha presentado diversas configuraciones y generado distintos resultados. El estudio explora los orígenes y la evolución de la figura de la interventoría en Colombia a partir de la investigación documental en la Gaceta y el Diario Oficial de Colombia desde 1848 hasta 1995, revisando todas las publicaciones de los diarios comprendidas entre estos años. En estos medios se buscaron publicaciones que contuvieran cuestiones relacionadas con la interventoría. La información se organizó cronológicamente y se identificaron hitos en la transformación de esta institución de control de proyectos en el país. El trabajo se ha propuesto establecer los antecedentes, logros, limitaciones de la interventoría para proponer bases de mejora en procesos de gestión de proyectos públicos y privados de construcción.

Palabras-clave: Interventoría, Interventor, Inspector, Colombia.

ABSTRACT

This paper is an investigation examining past research which serves to clarify the origins and the evolution of the concept of the interventoría in Colombia. The interventoría supervises and monitors studies and civil works. The position of interventoría was first designed to control procurement of public works in Colombia and was finally extended to private contracts of civil engineering in the country. Due to its specific local features and to changes through successive experiences and legislation, interventoría supervision has had several modalities and has generated different results. This paper explores, by carrying-out extensive documentary research in official publications such as the Gazette and the Official Journal of Colombia from 1848 to 1995, the origins and evolution of the interventoría in Colombia. The journals published were reviewed and those containing interventoría related issues were examined. The information in this paper is organized chronologically to identify milestones in the changes in the concept of interventoría with a focus on project control in Colombia. The study seeks to establish the background, achievements and limitations of the interventoría in Colombia and proposes bases for improvements in managing public and private construction projects.

.Keywords: *Interventoría, Interventor, Inspector, Colombia.*

1 INTRODUCCIÓN

Los métodos de control y vigilancia en la construcción alrededor del mundo son diversos y en la mayoría de los casos las características de estas figuras responden a las condiciones locales de la industria de la construcción de cada país en específico, respondiendo también aun nombre único. A pesar de su unicidad y la evolución de cada una de estas figuras, cada una de estas comparten características comunes de fondo y

presentan diferencias en su forma de aplicación. En el mundo anglosajón el *quantitysurveyor* es el método de control utilizado en los países de la anglosfera para controlar la ejecución de obras civiles. En el mundo francófono existe el *économiste de la construction*, en España está el arquitecto técnico y en Chile el inspector técnico de obra encargado de la fiscalización de obras civiles, entre otros. Para el caso colombiano la interventoría es la figura utilizada para la vigilancia de contratos y ejecución de obras civiles. A pesar de la importancia de su uso en el campo público y privado, las investigaciones realizadas sobre la interventoría en Colombia han sido escasas. De acuerdo a la literatura, manuales e investigaciones realizadas en el país y consultadas para esta investigación, se confirmó que existe un vacío histórico al respecto y que no hay claridad en los orígenes de la interventoría en Colombia, lo que demanda ubicarla históricamente y con precisión como labor que se ha venido ejerciendo desde hace mucho más que 50 años (Sánchez, 2007). Existen numerosos libros y publicaciones sobre la interventoría en Colombia pero en ninguno de ellos se muestra la evolución histórica del contrato de interventoría o el origen de las labores del interventor. Asunto central de esta búsqueda fue explorar históricamente el desarrollo de esta institución y comprobar el dinámico significado de la interventoría que, como se verificó, evolucionó continuamente a la par de las distintas épocas institucionales y técnicas que ha vivido el país en su proceso de desarrollo. Esto permite establecer, para posteriores comparaciones internacionales, las peculiares características de la invención colombiana de la figura de la interventoría, relevante en la concepción y gestión de obras. Se esperaba encontrar que el conjunto de elementos y conceptos que definen actualmente la figura de la interventoría se remontan históricamente hasta la primera mitad del siglo XIX. También, se espera comprobar cómo los conceptos que han existido a lo largo de la historia de los contratos de interventoría de obras públicas han desembocado en la definición actual de esta.

2 METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La figura de la interventoría ha carecido de un examen histórico, y se ha constituido principalmente como una figura empírica carente de investigación académica y teórica. La literatura consultada reveló que no hay antecedentes sobre este tema, además de ser limitada y con un marcado perfil jurídico (Gorbaneff, González & Barón, 2011), por lo que fue necesario elaborar esta investigación exploratoria.

Realizada como investigación histórica exploratoria, primera en su tipo, recolectó información en distintos tipos de documentos, basándose esencialmente en el Diario y Gaceta Oficial de Colombia. La selección de la Gaceta y Diario Oficial como fuentes primarias y esenciales de esta investigación se debió a que son los medios de publicación estatal de nuevas normas y contratos, siendo el Diario Oficial el primer diario en Colombia donde se registraron desde 1864 los actos oficiales nacionales. Los diarios examinados correspondieron al periodo comprendido desde 1848 hasta 1995, año de creación del Diario Único de Contratación. Debe mencionarse que no se dispone de documentos entre 1861 y 1864, periodo de limbo entre la clausura de la Gaceta Oficial y la fundación de su sucesor el Diario Oficial. De esta manera, fue posible transitar gran parte de la historia institucional colombiana relacionada con las obras públicas, en sus periodos de la Nueva Granada (1830-1858), la Confederación Granadina (1858-1863), los Estados Unidos de Colombia (1863-1886) y la República de Colombia (1886 - presente). Antes de 1848, no fue posible realizar exploración alguna debido a la inexistencia de órganos de información que abarcaran por completo el territorio nacional, La fragmentación de la información disponible anterior a 1848,

además de su extensión, fue una de las limitantes del proceso investigativo. Esto no asegura que previamente a 1848 no se utilizará la palabra interventor o interventoría para designar ciertas funciones o trabajos.

3 RESULTADOS: LA EXPERIENCIA COLOMBIANA

3.1 Orígenes

Los orígenes de la *interventoría* en *Colombia* no son muy claros y no siempre estuvieron ligados a la industria de la construcción. Los primeros *interventores* se remontan a las salinas, a las aduanas y a las bodegas de puertos, desde por lo menos 1846. Estos interventores no tenían relación alguna con la vigilancia de contratos de obras públicas. La aparición de interventores en el marco de las obras públicas en Colombia, se dio alrededor de 1874, año en el cual se definen las responsabilidades del interventor del ferrocarril de Bolívar (Diario Oficial, 1874). La popularización y salto a las obras públicas por parte de los interventores, posiblemente, se debió al aumento en el número de obras adelantadas para la construcción de vías férreas en el país. Es necesario aclarar, que para esta época también existían *inspectores*, que también tenían labores de supervisión y control en obra.

En 1888, los interventores aún no formaban parte de la nómina de los trabajadores de obras públicas nacionales. La Resolución de Obras Públicas del 29 de mayo de ese año (Diario Oficial, 1888) que reorganizó el servicio de obras públicas, solamente menciona a los inspectores como empleados del Estado. Se puede afirmar que los interventores se encontraban presentes en los ferrocarriles mas no eran reconocidos en la legislación ni por el Estado. Por contraste, los inspectores eran reconocidos en la legislación y se encontraban también en las distintas obras públicas. Es probable que se denominara indistintamente en la práctica al encargado de llevar a cabo funciones de vigilancia en las obras públicas, como interventor, inspector o comisionado.

Alrededor de 1906, la palabra interventor era utilizada para designar a aquellos que fiscalizaban y vigilaban los contratos de ferrocarriles y su puesta en marcha. La frecuencia de aparición del término interventor tuvo en los registros oficiales un considerable aumento después de este año. La sustitución de los inspectores por los interventores sucedió entre 1906 y 1911, años entre los que las menciones a la existencia de interventores en los ferrocarriles aumentaron considerablemente, cuando las correspondientes a los inspectores desaparecieron casi por completo.

En 1923 la interventoría de obras públicas comenzó a ser utilizada en obras distintas a los ferrocarriles y en 1925 empezaron a celebrarse contratos de prestación de servicios de interventoría independientes del contrato de obra. Antes de 1925 se incluía dentro del contrato de obras públicas la prestación de servicios de un interventor o estos eran nombrados a través de decretos.

En 1935, por medio de decreto, fue creada la Oficina de Interventoría de Carreteras (Diario Oficial, 1936) con lo cual los interventores fueron involucrados de forma oficial dentro del ramo de las obras públicas en Colombia y su labor se extendió a la construcción de caminos carreteros en general. Seguidamente, en 1946, se creó la Interventoría de Obras Públicas Nacionales (Diario Oficial, 1946), con lo cual se integraron las labores de vigilancia de los contratos bajo la figura de la interventoría.

Entre 1925 y 1951, no existieron muchos contratos de interventoría. El gobierno colombiano continuó asignando por medio de decretos y resoluciones la vigilancia de los contratos de obras públicas como había sido costumbre. Antes de 1951, la ejecución

de la labores de interventoría era asignada directamente por el Estado a un empleado del Ministerio de Obras Públicas, de modo que la vigilancia de contratos no era contratada con privados.

3.2 Organización de la interventoría en Colombia: 1951 -1955

En 1951 se organizaron las interventorías en Colombia por el Ministerio de Obras Públicas (Diario Oficial, 1951), labor encomendada a experto danés que elaboró el primer folleto o manual de normas por las cuales se debería contratar la interventoría. A partir de este folleto, el número de contratos celebrados de interventoría con particulares nacionales aumentó considerablemente. Este manual enseñó a los nacionales particulares cómo desempeñar las labores de interventoría y la elaboración de sus contratos. Antes de la creación del manual, la interventoría era una labor solamente conocida por el Estado por lo que la interventoría, en su mayoría, se encontraba concentrada en los contratos de obras públicas.

Gracias al manual, los nacionales privados aprendieron a ejercer labores de interventoría. En los contratos encontrados de esta época se determina la autoridad del interventor, considerado como el representante legal y autorizado por el Gobierno ante los contratistas. Dentro de las funciones y obligaciones, se expresa que el interventor debe fiscalizar los contratos y se enumeran sus obligaciones. Se clasificaban en funciones de orden técnico, de orden administrativo, de contabilidad y estadística, sobre materiales y elementos de construcción, maquinaria y otros. Las labores de los interventores, a partir de la organización realizada en 1951, superaron la limitación de la vigilancia exclusiva de la parte técnica, ampliando sus funciones a tareas de carácter gerencial y administrativo.

Posteriormente a 1951, el número de contratos celebrados para la prestación de servicios de interventoría tuvo un notable aumento respecto a años anteriores. De acuerdo a lo publicado en el Diario Oficial, de 1951 a 1955 se celebraron 14 contratos de interventoría. La organización de la figura por parte del Ministerio de Obras Públicas fomentó la inclusión de particulares y firmas colombianas y profesionalizó la labor del interventor y del contrato de interventoría, aumentando la contratación de interventorías por el gobierno, aumentándose los puestos de interventores en todo el territorio.

En 1954 se creó el Departamento de Interventorías en el Ministerio de Obras Públicas (Diario Oficial, 1955), con lo cual se terminó por definir administrativamente la labor de los interventores en las obras públicas de Colombia. Sin embargo, aún la interventoría carecía de una definición sólida en la legislación y no existían leyes concretas que definieran su funcionamiento o su contratación. Aunque la interventoría había sido definida ya administrativamente, existían vacíos jurídicos en algunos de sus elementos.

3.3 Legislación y la interventoría: profesionalización de la interventoría

El Estatuto General de Contratación de 1976 (Diario Oficial, 1976) comenzó a llenar vacíos históricos en la interventoría clasificando por primera vez dentro de la jurisprudencia colombiana el contrato de interventoría. Se agregaron dos elementos nuevos, e indispensables, para la contratación de interventorías: la definición del contrato de interventoría como de obras públicas y su asignación por concurso de méritos. Esta clasificación del contrato, históricamente no era muy precisa ya que el contrato de interventoría se celebraba como uno independiente al contrato de obras y su objeto era distinto a este. De igual manera en este decreto se confirmaron conceptos

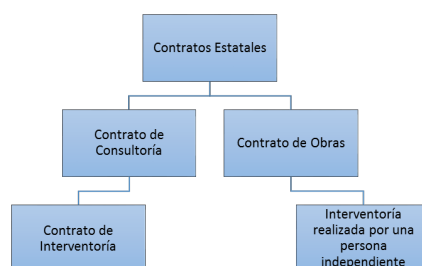
históricos de la interventoría, tales como su función principal relativa a supervisar a favor de los intereses del contratante. Las responsabilidades civiles y penales también fueron definidas en este estatuto. Aunque la responsabilidad civil en el contrato de interventoría había estado presente desde sus inicios, heredado de la responsabilidad civil presente en los contratos de obra, este decreto la reglamentó y la convirtió en responsabilidad obligatoria. En cuanto a la responsabilidad penal, esta no había sido expresada en los contratos de interventoría, a excepción de los pocos contratos celebrados con extranjeros.

Ya en 1983, el Decreto 222 de 1983 “por el cual se expiden normas sobre contratos de la Nación [...]” (Diario Oficial, 1983) clasificó al contrato de interventoría como un contrato de consultoría, resultando ser esta clasificación adecuada y precisa con respecto a las características históricas del contrato de interventoría. De igual manera, este decreto desarrolló el concepto y aumentó las restricciones para contratar la interventoría, ya enunciadas en 1976.

El Decreto 2090 de 1989 “Por el cual se aprueba el reglamento de honorarios para los trabajos de arquitectura” (Diario Oficial, 1989) detalló varias definiciones concernientes a la interventoría. En este decreto se abordaron de manera más extensa y específica las labores y funciones del interventor. Se dividieron allí las labores del interventor en el tiempo del proyecto y durante la construcción. A su vez, en la interventoría durante la construcción, las funciones del interventor se clasificaron en los grandes grupos de interventoría técnica y administrativa, respondiendo a la evolución histórica de la figura. La interventoría fue considerada en este decreto como una labor independiente de la construcción, de la gerencia del proyecto, de la programación y control de trabajos, del presupuesto o del control de costos, de acuerdo a nuevos paradigmas técnicos.

Posteriormente, salió a la luz la Ley 80 de 1993 o “Estatuto General de Contratación de la Administración Pública” (Diario Oficial, 1993), que dispuso las reglas y principios que rigen los contratos de las entidades estatales. Allí se incluyeron cuestiones concernientes al contrato de interventoría y a las labores del interventor. El Capítulo III de dicha ley, titulado “Del Contrato Estatal” explica los contratos estatales y las clases de contratos existentes creando cinco grupos de contratos, de los cuales la interventoría está presente en los contratos de obras y en los contratos de consultoría como se ve en la Figura 1. Después de la Ley 80 de 1993 la interventoría quedó mejor definida en las leyes colombianas y, en general, la mayoría de atribuciones y funciones que venían siendo adjudicadas a los interventores desde 1955, quedaron estipuladas jurídicamente. Esta ley se encuentra vigente.

Figura 1– Clasificación de la interventoría (Ley 80 de 1993)



Fuente: Romero (2014)

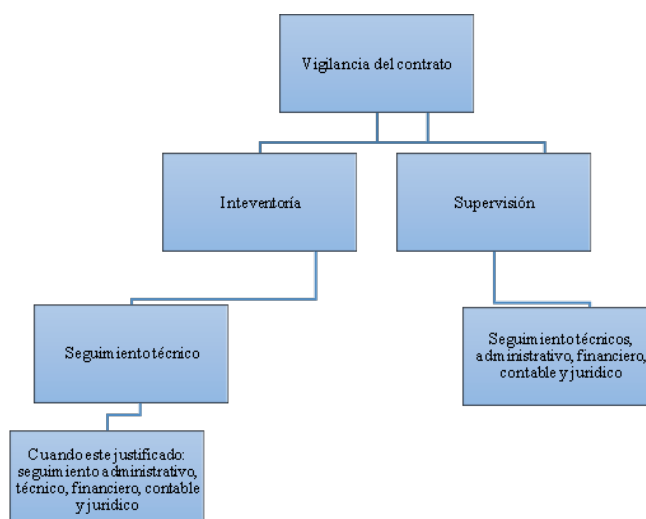
El 25 de agosto de 1997 se publicó la Ley 400 de 1997, orientada hacia la construcción sismo resistente, que señaló los conceptos de interventor, supervisor y supervisión

técnica. En esta ley, por primera vez, se diferencian formalmente los interventores y supervisores, estableciendo para ambos la responsabilidad de supervisión técnica y diferenciando al interventor como representante del propietario.

La Ley 842 de 2003 (Diario Oficial, 2003) agregó dos nuevos elementos al ejercicio de la interventoría en el país. El primero de estos, obliga a los contratistas a “encomendar los estudios, dirección técnica, la ejecución de los trabajos o a la interventoría, a profesional [...]”. El segundo elemento retoma restricciones en la contratación de la interventoría que ya había sido planteada por el Decreto 222 de 1983, que había sido derogado.

En el 2011, debido a escándalos de corrupción en obras públicas, se promulgó la Ley 1474 de 2011 también llamada “Medidas administrativas para la lucha contra la corrupción” (Diario Oficial, 2011), que tomó medidas administrativas, penales y disciplinarias para enfrentar gran cantidad de delitos en la administración y contratación pública. Esta ley obligó a las entidades públicas a vigilar permanentemente la correcta ejecución del objeto contratado a través de un supervisor o interventor (Figura 2) para proteger la moralidad administrativa y la transparencia en la actividad contractual. Asimismo, define claramente las funciones entre supervisor e interventor. Atribuyendo a la interventoría “el seguimiento técnico que sobre el cumplimiento del contrato realice una persona natural o jurídica contratada para tal fin por la Entidad Estatal”.

Figura 2– Vigilancia del contrato (Ley 1474 de 2011)



Fuente: Romero(2014)

Es en esta ley donde también, por primera vez, se establece una supervisión al contrato de interventoría. Esta ley aportó al contrato de interventoría extendiendo las responsabilidades del interventor a lo civil, fiscal penal y disciplinario. Históricamente solamente se daban la responsabilidad civil y penal, con lo cual esta norma acentuó la profesionalización de la labor del interventor. Asimismo, la Ley 1474 precisó que la interventoría era un método de vigilancia del contrato en sí, celebrada a través de un contrato de consultoría y separada de la supervisión, atribuyéndole a la interventoría esencialmente la vigilancia técnica del contrato.

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se identificaron seis grandes hitos de la interventoría en Colombia: 1) La aparición de los interventores en las obras públicas, esencialmente en la construcción de ferrocarriles alrededor de 1874; 2) La organización de las interventorías en el Ministerio de Obras Públicas en 1905; 3) Generalización en el uso de interventores en la construcción de ferrocarriles partir de 1906 4) A partir de 1955, inicio del “boom” de la interventoría en Colombia; 5) Clasificación del contrato de interventoría como consultoría en 1983; 6) Nuevas responsabilidades al interventor en aspectos fiscal y disciplinario desde 2011.

La labor de vigilancia de la interventoría en las obras públicas ha sido una labor inherente a ésta desde sus inicios. Como la investigación arrojó luces sobre el origen de los interventores en los arrendamientos de salinas y aduanas, conviene investigar las funciones de los interventores en tales contextos para establecer si en su paso a las obras públicas se dieron modificaciones en sus funciones o fue una figura simplemente adaptada de otro contexto. Con la organización de la interventoría en el Ministerio de Obras Públicas en 1951, el primer manual para la contratación de la interventoría producto de dicha organización, es posible que haya surgido debido a responsabilidades adquiridas frente a los nuevos créditos internacionales para la ejecución de obras públicas por medio del BIRF, que significaron la contratación de cinco consorcios entre firmas internacionales y colombianas para grandes contratos de construcción de carreteras. Conviene comparar la interventoría en Colombia con otras instituciones de supervisión en otros países y contextos, como la del *quantitysurveyor* de los países anglosajones y la de “fiscalización” en Chile, entre otros referentes. La forma de contratar la interventoría a partir de 1951 en Colombia fue resultado de recomendaciones de expertos foráneos. Debe investigarse cómo la interventoría de obras públicas, al adaptarse de diversos contextos, ha sido vulnerable y no genera la confianza esperada, ya sea por ser una importación foránea que fue acogida sin un estudio previo que ayudará a configurar una figura con bases sólidas adaptadas a la realidad colombiana. Y como, a partir de evidencias, es necesario revisar sus bases para vigilar apropiadamente la ejecución de las obras públicas. Para esto, son necesarios estudios de casos y proyectos específicos, además del estudio de firmas de interventoría. Hasta 1976, la interventoría careció de un sustento jurídico claro y, en contraste, las responsabilidades civiles y penales típicas de los interventores se ampliaron a lo fiscal y disciplinario en 2011, como resultado de la crisis de la contratación pública. Observando el estado actual de la interventoría, la legislación vigente de esta y la situación actual de contratación de obras públicas con los proyectos de concesiones viales de cuarta generación, es conveniente investigar y evaluar el alcance y efectividad de la interventoría en estos modelos de contratación en Colombia. Se recomiendan futuras investigaciones para establecer cuál ha sido el aprendizaje interno de la interventoría, sus indicadores de desempeño y la evolución de los mismos. Se propone ampliar esta investigación para identificar cómo aparecieron gradualmente en Colombia y se incorporaron a los modelos de interventoría paradigmas y herramientas como la cultura de la gerencia de proyectos, calidad, ISO 9001 y otros. Como en la práctica de las dos décadas recientes hay firmas de interventoría, originariamente consultores de diseño, prestando servicios de gerencia en proyectos donde también cumplen roles de supervisión, es conveniente preguntarse para futuras investigaciones sobre la eventual redundancia y conflicto de intereses entre las figuras de diseño, gerencia e interventoría.

REFERENCIAS

GORBANEFF, Y.; GONZÁLEZ, J.M.; BARÓN, L. ¿Para qué sirve la interventoría de las obras públicas en Colombia? **Revista de Economía Institucional**, Bogotá, v. 13, n. 24, p. 413 -428, 2011

SÁNCHEZ, J.C. **Gestión Organizativa en el proceso edificatorio: regulación de la interventoría de proyectos en Colombia**. 2007. 118f. Tesis (Doctorado en Construcción) – Departamento de Construcción y Tecnologías Arquitectónicas de la Universidad Politécnica de Madrid, Madrid.

COLOMBIA. Ley 41 de 1874, del 19 de junio de 1874. **Diario Oficial de Colombia**, Poder Legislativo, Bogotá, DC, 19 de jun. 1874. n. ° 3189, p. 1801

COLOMBIA. Resolución de Obras Públicas, del 6 de junio de 1888. **Diario Oficial de Colombia**, Ministerio de Fomento, Bogotá, DC, 6 de jun. 1874. n. ° 7408, p. 580.

COLOMBIA. Decreto 843 de 1935, del 11 de mayo de 1935. **Diario Oficial de Colombia**, Ministerio de Obras Públicas, Bogotá, DC, 11 de may. 1935. n. ° 23296, p. 637.

COLOMBIA. Decreto 3540 de 1946, del 11 de diciembre de 1946. **Diario Oficial de Colombia**, Ministerio de Obras Públicas, Bogotá DC, 11 de dic. 1946. n. ° 26308, p. 1013

COLOMBIA. Contrato con Eric Bondesen, sobre organización de Interventorías en las obras adelantadas por el Ministerio de Obras Públicas, del 14 de diciembre de 1950. **Diario Oficial de Colombia**, Ministerio de Obras Públicas, Bogotá DC, 1951. n. ° 27643, p. 25

COLOMBIA. Decreto 3680 de 1954, del 22 de diciembre de 1954. **Diario Oficial de Colombia**, Congreso de la Republica, Bogotá DC, 24 de ene de 1955n. ° 28665, p. 158

COLOMBIA. Decreto 150 de 1976, del 18 de febrero de 1976. **Diario Oficial de Colombia**, Presidencia de la Republica, Bogotá DC, 11 de jun de 1976. n. ° 34492.

COLOMBIA. Decreto 222 de 1983, del 6 de febrero de 1983. **Diario Oficial de Colombia**, Departamento Administrativo de la Presidencia de la Republica, Bogotá DC, 6 de feb de 1983. n. °. 36189

COLOMBIA. Decreto 2090 de 1989, del 13 de septiembre de 1989. **Diario Oficial de Colombia**, Presidencia de la Republica, Bogotá DC, 13 de sep de 1989. n. °15322.

COLOMBIA. Ley 80 de 1993, del 28 de octubre de 1993. **Diario Oficial de Colombia**, Congreso de Colombia, Bogotá DC, 28 de oct de 1983. n. ° 41094.

COLOMBIA. Ley 400 de 1997, del 25 de septiembre de 1997. **Diario Oficial de Colombia**, Congreso de Colombia, Bogotá DC, 25 de sep de 1997. n. ° 43113.

COLOMBIA. Ley 435 de 1998, del 19 de febrero de 1998. **Diario Oficial de Colombia**, Congreso de Colombia, Bogotá DC, 19 de feb de 1998.n°. 43241.

COLOMBIA. Ley 842 de 2003, del 14 de octubre de 2003. **Diario Oficial de Colombia**, Rama Legislativa, Bogotá DC, 14 de oct de 2003.n°. 45340.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015– del 7 al 9 de Octubre –**SÃO CARLOS – SP**

COLOMBIA. Ley 1150 de 2007, del 16 de julio de 2007. **Diario Oficial de Colombia**, Congreso de la Republica, Bogotá DC, 16 de jul de 2007.nº. 46691.

COLOMBIA. Ley 1474 de 2011, del 12 de julio de 2011. **Diario Oficial de Colombia**, Congreso de la Republica, Bogotá DC, 25 de jul de 2011.nº. 48128.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PERFIL DE RELACIONAMENTO DAS CONSTRUTORAS EM SELECIONAR E MUDAR FORNECEDORES DE MATERIAIS

**SOUZA, André Luiz (1); JUNGLES, Antônio Edésio (2);
MARCHIORI, Fernanda (3)**

(1) Universidade Federal de Santa Catarina, (47) 9659 1718, e-mail: andre.alsouza@hotmail.com (2) Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: ajungles@gmail.com, (3) Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: fernanda.marchiori@ufsc.br

RESUMO

O artigo teve como objetivos conhecer os critérios importantes para seleção e as causas de mudança de fornecedores pelas construtoras, como forma de caracterizar o perfil de relacionamento entre construtoras e fornecedores de materiais. As respostas dos questionários foram separadas em grupos para as micros e pequenas construtoras (MPE) e para as construtoras de médio e grande porte (MGE) e para cada grupo, um subgrupo em relação ao tipo de relacionamento adotado pelas construtoras com seus fornecedores. Desse modo, foi possível definir um perfil de relacionamento das construtoras em selecionar e mudar seus fornecedores de materiais. Os resultados indicaram que as construtoras que adotam um relacionamento competitivo (RC), selecionam e mudam seus fornecedores principalmente pelo preço. As construtoras que adotam um relacionamento de parceria (RP) selecionam seus fornecedores principalmente pela qualidade e, o aumento do preço é um dos critérios menos importantes para fazê-las mudarem seus fornecedores. Isso evidencia que a seleção e mudança de fornecedores são critérios influenciados pelo tipo de relacionamento adotado pelas construtoras com seus fornecedores e não pelo porte das construtoras.

Palavras-chave: Parceria, Relacionamento, Construtoras - fornecedores.

ABSTRACT

The article aimed to know the important criteria for selecting suppliers for construction and identify the causes of switching suppliers by construction, in order to characterize the relationship profile between builders and material suppliers. The answers to the questionnaires were divided into groups for micro and small construction companies (MSC) and the medium and large construction companies (MLC) and for each group, a subgroup on the type of relationship adopted by builders with its suppliers. Thus, it was possible to define a relationship profile of construction in select and change their material suppliers. The results indicated that the construction companies that adopt a competitive relationship (CR) with its suppliers, select and change their suppliers mainly by price. The construction companies that adopt a partnership relationship (PR) select their suppliers mainly for the quality and the price increase is one of the least important criteria to make them change their suppliers. Showing that the selection and change of supplier criteria are influenced by the type of relationship adopted by construction companies with their suppliers and not by the size of the construction.

Keywords: Partnership, Relationship, Construction companies - suppliers.

1 INTRODUÇÃO

O presente artigo buscou complementar os estudos sobre seleção de fornecedores através dos influenciadores para as construtoras selecionarem seus fornecedores, além de inovar acrescentando critérios para mudarem seus fornecedores. Os estudos nacionais sobre seleção de fornecedores muitas vezes focaram nos **métodos para selecionar**

fornecedores, mas nenhum estudo buscou verificar o **porquê** de alguns critérios terem importâncias diferentes entre as avaliações das empresas. Outra questão é em relação à abrangência dos estudos anteriores, quase sempre com amostras não representativas.

Assim, o artigo buscou conhecer os critérios de seleção e mudança de fornecedores de materiais entre as construtoras que adotam um relacionamento competitivo e de parceria com seus fornecedores. As respostas foram organizadas em relação ao porte e tipo de relacionamento adotado pelas construtoras, como forma de criar um perfil de relacionamento das construtoras em selecionar e mudar seus fornecedores de materiais, com o intuito de responder o **porquê** das diferenças entre as avaliações das empresas para os critérios de seleção e mudança. O estudo também teve uma população representada por 9 cidades e uma amostra de 81 empresas respondentes, representando assim toda a população pesquisada e com uma maior validade dos resultados obtidos.

2 REVISÃO TEORICA

2.1 Iniciando um relacionamento entre empresas

O ápice dos estudos sobre as relações entre compradores e vendedores ocorreu no final do século XX e início do século XXI e, historicamente, as relações entre compradores e fornecedores sempre foram consideradas rígidas e contraditórias, porém essas relações estão convergindo sentido a relações mais colaborativas (HUMPHREYS et al., 2001).

A parceria na construção civil é um fator chave para melhorar o desempenho dos projetos, assim como melhorar a satisfação dos clientes e a vantagem competitiva das empresas. Esses benefícios foram constatados no relatório de Egan (1998) que através de uma força tarefa para mapear o atual estado da construção civil britânica, evidenciou que a parceria é uma poderosa ferramenta para proporcionar um melhor desempenho dos projetos, sendo a cadeia de suprimentos um fator fundamental para impulsionar a inovação e a melhoria do desempenho das empresas. Entretanto, para as empresas desenvolverem um relacionamento de parceria com um fornecedor, as empresas devem assegurar que esse fornecedor é capaz de melhorias nas áreas chaves e está disposto a desenvolver uma estreita e longa relação de trabalho com a empresa (HANDFIELD et al., 1998).

Ogden (2006) acrescenta que escolher o fornecedor certo significa selecionar os fornecedores que possam atender as necessidades da empresa em termos de capacidade, qualidade, tecnologia, preço e serviço. Assim, quando deslocado volumes maiores de compra para menos fornecedores, as empresas devem garantir que os fornecedores escolhidos têm a capacidade de suportar grandes volumes dentro dos requisitos exigidos pela empresa. Para Handfield et al. (1998) o sucesso da parceria está diretamente ligado as empresas identificarem os insumos específicos para o desenvolvimento da parceria, bem como o processo para identificar o fornecedor mais adequado.

A parceria não deve ser empregada em toda base de fornecedores, as relações de longo prazo e parcerias devem ser destinadas a parceiros estratégicos, que são os fornecedores de insumos tipicamente de alto valor e desempenham um papel importante na diferenciação do produto final do comprador (DYER et al., 1998). Outra questão é que dividindo as compras em vários fornecedores, se reduz a capacidade das empresas em alcançar economias de escalas. O Poder de barganha do comprador pode aumentar comprando a partir de um único fornecedor, tornando dessa forma, o fornecedor mais dependente do comprador (DYER et al., 1998).

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos e instrumentos de coleta e análise das informações

A pesquisa foi realizada nas construtoras atuantes nas cidades de Itajaí (SC), Balneário Camboriú (SC), Itapema (SC), Grande Florianópolis (SC), Joinville (SC) e Blumenau(SC). A coleta de dados procedeu-se através de uma observação direta extensiva por meio de um questionário online enviado via e-mail para as construtoras utilizando a ferramenta onlinepesquisa.com. A escala Likert de 5 pontos foi utilizada para quantificar as respostas das empresas. Para alcançar os objetivos propostos de caracterização das relações construtoras – fornecedores, ou seja, os fatores de seleção dos fornecedores e as causas para mudanças dos fornecedores, os seguintes estudos serviram como base para elaboração do questionário:

- **Fatores para seleção de fornecedores:** Utilizou-se os estudos de Weber et al. (1991) e Alencar e Viana (2012) para fornecer os principais fatores de seleção para as empresas.
- **Causas para mudança de fornecedores:** Utilizou-se como referencia o trabalho pioneiro de Keaveney (1995) para os criterios de mudanças de fornecedores.

As análises estatísticas procedeu-se utilizando o teste de Mann – Whitney como alternativa ao teste paramétrico para diferenças de duas médias (MATTAR, 2011). O teste de Mann – Whitney para amostras independentes foi escolhido devido à amostra da pesquisa diferir significativamente de uma distribuição normal, ou seja, a amostra é não-normal, necessitando dessa forma da utilização de testes não paramétricos. Como a verificação de H_0 necessita de valores tabelados para U, fez-se o uso do programa StatisticalPackage for Social Sciences (SPSS) para analisar as verificações através dos valores de significância p, que é o valor para aceitar ou rejeitar H_0 .

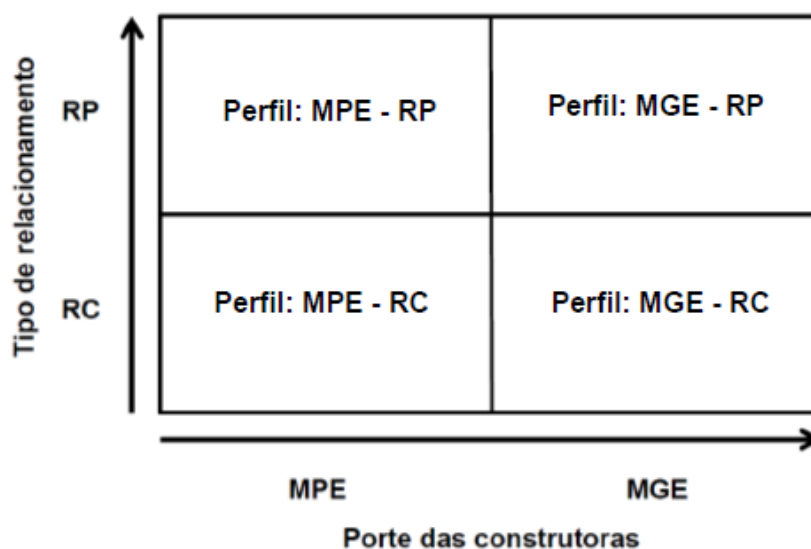
As respostas dos questionários foram separadas em grupos e subgrupos. Os grupos são referentes ao porte das construtoras, sendo o grupo 1 para as micro e pequenas empresas (MPE) e o grupo 2 para as média e grandes empresas (MGE). A classificação do porte das empresas seguiu a classificação adotada pelo Banco Nacional do Desenvolvimento (BNDES, 2011). As MPE compreendem empresas com receita bruta anual de até R\$ 16 milhões de reais, e as MGE compreendem as empresas com receita bruta anual acima de R\$ 16 milhões de reais.

Como cada grupo (MPE/MGE) sempre apresentou os dois tipos de relacionamentos (RC/RP) comparou-se as respostas das construtoras separando-as em relação ao seu porte e tipo de relacionamento adotado com seus fornecedores. As comparações ajudaram analisar com mais detalhes as respostas das construtoras em relação ao seu porte e tipo de relacionamento adotado, possibilitando a criação de uma matriz 2x2 (ver Figura 1) com o perfil de cada grupo em relação ao seu subgrupo descrevendo as características de cada perfil em selecionar e mudar seus fornecedores.

Para definir um relacionamento competitivo e de parceria entre empresas utilizou-se como referencia o trabalho de Wilson (1995). Para Wilson (1995) em um relacionamento competitivo (RC) o objetivo do comprador é unicamente o preço. O comprador conta com um grande número de fornecedores que podem ser “jogados” uns contra os outros para reduções de preços. No relacionamento de parceria (RP), a essência está nos parceiros adotarem um elevado grau de cooperação para manter uma relação comercial ao longo do tempo, motivados pelo compromisso mutuo de

agregarem valor à relação. Dessa forma, foi apresentado no questionário uma opção para que as empresas escolhessem o tipo de relacionamento adotado com seus fornecedores.

Figura 1– Modelo de avaliação do perfil de relacionamento entre construtoras e fornecedores de materiais



Fonte: DO AUTOR.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização do relacionamento entre construtoras e fornecedores

A pesquisa contou com um total de **81 questionários** que puderam ser totalmente utilizados para análises das informações. A primeira análise compreendeu a avaliação dos critérios que as construtoras julgaram serem mais importantes em selecionar seus fornecedores. As numerações entre parênteses ao lado dos índices dos critérios representam as classificações dos índices em relação à média dos demais critérios, sendo 1º= maior índice médio das avaliações, consequentemente o critério mais importante, e o 5º= menor índice médio, consequentemente o critério menos importante avaliado (ver Quadro 1).

Quadro 1 – Classificação e comparação dos critérios de seleção (CS) fornecedores

Critérios	Índice médio das avaliações MPE		Teste de Mann-Whitney (p)	Índice médio das avaliações MGE		Teste de Mann-Whitney (p)
	RC	RP		RC	RP	
Qualidade	4,13 (3º)	4,56 (2º)	0,157	4,33 (3º)	4,91 (1º)	0,028*
Entrega	4,75 (1º)	4,62 (1º)	0,690	4,67 (2º)	4,52 (2º)	0,697

* Diferenças significativas entre as avaliações das empresas segundo o teste de Mann – Whitney ($p < 0,05$)
 Fonte: QUESTIONÁRIO. Escala das avaliações: 1= sem importância a 5= extremamente importante.

Quadro 1 – Classificação e comparação dos critérios de seleção (CS) fornecedores (cont.)

Critérios	Índice médio das avaliações MPE		Teste de Mann-Whitney (p)	Índice médio das avaliações MGE		Teste de Mann-Whitney (p)
	RC	RP		RC	RP	
Preço	4,75 (1°)	4,24 (3°)	0,100	4,83 (1°)	4,00 (4°)	0,013*
Serviço ao Cliente	3,75 (5°)	4,18 (4°)	0,152	4,33 (3°)	4,22 (3°)	0,875
Flexibilidade	4,13 (3°)	3,68 (5°)	0,211	4,17 (5°)	3,96 (5°)	0,566

* Diferenças significativas entre as avaliações das empresas segundo o teste de Mann – Whitney ($p < 0,05$)
 Fonte: QUESTIONÁRIO. Escala das avaliações: 1= sem importância a 5= extremamente importante.

Analisando o Quadro 1 para o primeiro grupo das MPE e seu subgrupo (RC e RP), observa-se que as construtoras de MPE com um RC selecionam seus fornecedores visando principalmente à competição por redução de preços entre os fornecedores, sendo o fornecedor com a maior redução de preço selecionado. No outro extremo, as empresas de MPE que adotam um RP com seus fornecedores selecionam seus fornecedores visando critérios como qualidade e entrega. Apesar das construtoras MPE que adotam um RC selecionarem seus fornecedores principalmente pelo menor preço oferecido, não se pôde comprovar estatisticamente ($p > 0,05$) que houve diferença entre as avaliações das construtoras de MPE com um RC e RP, ou seja, mesmo o preço sendo o critério mais importante para as construtoras de MPE com um RC e o terceiro mais importante para as construtoras de MPE com um RP, o teste de Mann – Whitney afirma com 95% de confiança que o preço é um critério igualmente importante na hora de selecionar os fornecedores para ambos os tipos de relacionamento dentro do grupo das MPE.

Partindo para as análises do segundo grupo e subgrupo pertencente às MGE, verifica-se que as avaliações entre os tipos de relacionamento apresentaram poucas variações entre as respostas das construtoras. Um ponto que merece destaque foi que, ao contrário do grupo das MPE, as avaliações dos RC e RP das MGE apresentaram diferenças significativas ($p < 0,05$) na avaliação do critério preço. Portanto, pode-se afirmar com 95% de confiança que houve diferença no critério preço, ou seja, o preço é mais importante na hora de selecionar os fornecedores para as construtoras de MGE com um RC do que para as construtoras de MGE com um RP. Em relação às MGE com um RP, as construtoras apresentaram uma diferença significativa em relação às avaliações das construtoras de MGE com um RC, sendo o critério qualidade mais importante na hora de selecionar os fornecedores para as construtoras MGE com um RP em comparações construtoras MGE com um RC. O mesmo princípio do grupo das MPE se repetiu para o grupo das MGE em relação às construtoras que adotam um RC, sendo o preço o critério mais importante na hora de selecionar os fornecedores para as construtoras que adotam esse tipo de relacionamento, independentemente do porte da empresa. Um ponto que merece destaque foi em relação ao índice do critério preço por parte das construtoras de MGE com um RP, sendo esse critério o quarto mais bem avaliado.

Para finalizar as análises no que diz respeito à caracterização do perfil de relacionamento entre construtoras e fornecedores de materiais, verificou-se os critérios avaliados pelas construtoras como importantes para mudar seus fornecedores. Analisando o Quadro 2, as avaliações dos dois grupos (MPE/MGE) e subgrupos

(RC/RP) convergiram para o critério “problemas éticos” como o critério mais importante para mudar de fornecedores.

Quadro 2 - Classificação e comparação dos critérios de mudança (CM)fornecedores

Critérios	Índice médio das avaliações MPE		Teste de Mann-Whitney (p)	Índice médio das avaliações MGE		Teste de Mann-Whitney (p)
	RC	RP		RC	RP	
CM 1	4,88 (1°)	4,94 (1°)	0,100	4,67 (1°)	4,87 (1°)	0,250
CM 2	4,25 (4°)	4,44 (3°)	0,514	4,33 (4°)	4,78 (2°)	0,128
CM 3	4,13 (5°)	4,47 (2°)	0,360	4,67 (1°)	4,43 (4°)	0,539
CM 4	4,50 (3°)	4,09 (4°)	0,146	4,33 (4°)	4,48 (3°)	0,647
CM 5	4,63 (2°)	3,76 (6°)	0,013*	4,67 (1°)	3,57 (7°)	0,003*
CM 7	4,00 (6°)	3,62 (7°)	0,409	4,00 (6°)	3,61 (6°)	0,327

Legenda: CM1: problemas éticos; CM2: falha no serviço; CM3: falha nas respostas das reclamações; CM4: falha no atendimento; CM5: preço; CM6: problemas de conveniência; CM7: ação dos concorrentes.

* Diferenças significativas entre as avaliações das empresas segundo o teste de Mann – Whitney ($p < 0,05$)

Fonte: QUESTIONÁRIO. Escala das avaliações: 1= sem importância a 5= extremamente importante.

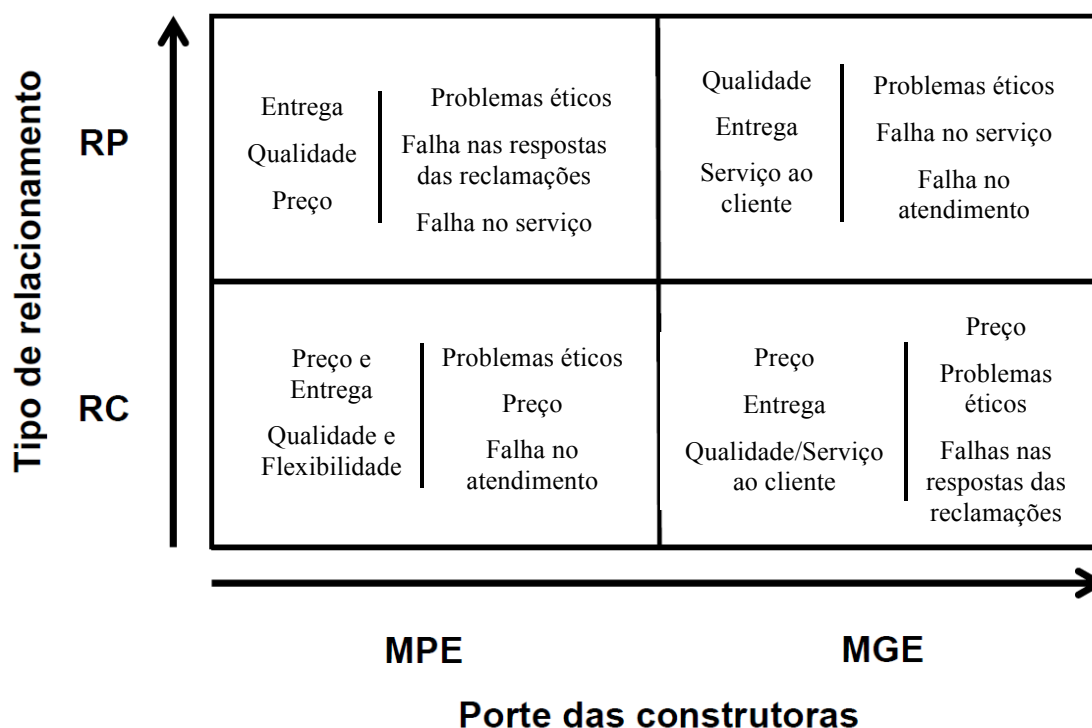
Para as construtoras de MPE que adotam um RC, o critério preço apresentou o segundo maior índice para mudar de fornecedores e para as construtoras de MPE que adotam um RP, o critério preço apresentou o sexto maior índice. As avaliações do critério preço entre os tipos de relacionamentos ainda foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), tornando o aumento do preço um critério mais importante para mudar de fornecedores para as MPE com um RC em comparação às MPE com um RP. O grupo das MGE acompanhou as constatações do grupo das MPE, onde o critério preço obteve o maior índice das avaliações nas construtoras com um relacionamento competitivo (RC) e a menor avaliação para construtoras com um relacionamento de parceria (RP). As avaliações do critério preço entre os tipos de relacionamentos também foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05$), tornando o aumento do preço um critério mais importante para mudar de fornecedores para as MGE com um RC em comparação às MGE com um RP.

As construtoras que adotam um RC são mais reativas em mudar seus fornecedores, principalmente motivadas pelo aumento do preço. O critério preço foi o principal fator para selecionar e mudar de fornecedores (preços baixos para selecioná-los e preços altos para mudá-los) pelas construtoras que adotam um relacionamento competitivo (RC), **independentemente do porte**. Evidenciando que o **tipo de relacionamento** influenciou nas avaliações das construtoras para os fatores seleção e mudança de fornecedores. Estudos anteriores apresentaram análises na importância dos critérios para selecionar fornecedores apenas entre os diferentes portes das empresas. O estudo de Evans et al. (1990) encontraram diferenças nas avaliações dos critérios para selecionar os fornecedores entre pequenas e grandes empresas. Assim, o tipo de relacionamento adotado pelas construtoras surge como um **novo fator** em diferenciar as avaliações entre as empresas, além do porte das empresas conforme verificado pela literatura.

4.2 Perfil de relacionamento das construtoras em selecionar e mudar seus fornecedores de materiais

A partir das análises apresentadas anteriormente, unificou-se as avaliações e comparações com o intuito de criar um perfil de relacionamento das construtoras em selecionar e mudar seus fornecedores de materiais para cada grupo e subgrupo. Assim, o perfil das construtoras está apresentado na Figura 2 dividido em quatro quadrantes, apresentando somente os três critérios mais importantes nas avaliações das empresas.

Figura 2 - Perfil de relacionamento das construtoras em selecionar e mudar seus fornecedores de materiais



Fonte: DO AUTOR.

O primeiro perfil refere-se às construtoras de MGE com um RP. Esse perfil de construtora busca selecionar seus fornecedores visando principalmente à qualidade de seus produtos e, dentre os demais perfis, o preço foi o critério menos importante em selecionar seus fornecedores e o problema ético o principal critério para mudarem seus fornecedores. **O segundo perfil** referente às construtoras de MPE com um RP busca selecionar seus fornecedores visando qualidade e entrega, embora esse perfil adote um relacionamento de parceria (RP), as construtoras ainda percebem o preço como um importante critério para selecionar seus fornecedores, além do problema ético ser o principal critério para mudarem seus fornecedores. **O terceiro perfil** referente às construtoras de MPE com um RC busca selecionar seus fornecedores principalmente através das reduções de preços. O preço e os problemas éticos são os principais critérios para mudarem seus fornecedores. **O quarto perfil** referente às construtoras de MGE com um RC busca selecionar seus fornecedores principalmente através das reduções de preços. O aumento de preço e o problema ético são os principais critérios para as construtoras mudarem seus fornecedores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Mesmo após anos desde a publicação de Dickson (1966 apud WEBER et al. 1991) onde foi o primeiro a estudar sobre os critérios para selecionar os fornecedores pelas empresas, verifica-se que a **qualidade, entrega e preço** ainda são fatores considerados importantes pelas empresas atualmente. Entretanto, o grau de importância atribuído a cada critério de seleção e mudança depende do tipo de relacionamento adotado pelas empresas.

Como visto, as construtoras que adotam um relacionamento competitivo (RC) selecionam e mudam seus fornecedores principalmente pelo preço. As construtoras que adotam um relacionamento de parceria (RP) selecionam seus fornecedores principalmente pela qualidade e o aumento do preço é um dos critérios menos importantes para fazê-las mudarem seus fornecedores. Isso evidencia que a seleção e mudança de fornecedores estão diretamente ligados ao **tipo de relacionamento** adotado pelas construtoras e não ao seu porte, ou seja, é o tipo de relacionamento adotado pelas empresas que influenciam a importância de cada critério na hora de selecionar e mudar seus fornecedores de materiais.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, L. H., VIANA, J. C. **Metodologias para seleção de fornecedores**: uma revisão da literatura. Produção, v. 22, n. 4, p.625 – 636, 2012.

BANCO NACIONAL DO DESENVOLVIMENTO (BNDES). **Normas Reguladoras do Produto BNDES Automático**. Circular n. 34 de setembro de 2011.

DYER, J. H. et al. **Strategic supplier segmentation: the next “best practice” in supply chain management**. California Management Review Reprint Series, The Regents of the University of California, v. 40, n. 2, p. 57 - 77, 1998.

EGAN, J. **Rethinking construction: report of the construction task force**. London, 1998.

EVANS, K. R. et al. **Purchasing motor carrierservice: an investigation of the criteria used by small manufacturing firms**. Journal of Small Business Management, v. 28, n. 1, p. 39 - 47, 1990.

HANDFIELD, R. et al. **Success factors in strategic supplier alliances: the buying company perspective**. Decision Science, v. 29, n. 3, p. 553 - 577, 1998.

HUMPHREYS, P. K. et al. **Collaborative buyer-supplier relationships in Hong Kong manufacturing firms**. Supply Chain Management: An International Journal, v. 6, n. 4, p.152 - 162, 2001

KEAVENEY, S. M. **Customer switching behavior in service industries - an exploratory study**. Journal of Marketing, v. 59, n. 2, p. 71 - 82, 1995.

MATTAR, F. N. **Pesquisa de Marketing**: execução e análise. 3 ed. 3 reimp. São Paulo: Atlas, 2011.

OGDEN, J. A. **Supply base reduction: an empirical study of critical success factors**. Journal of Supply Chain Management, v. 42, n. 4, p. 29 - 39, 2006.

WEBER, C. A. et al. **Vendor selection criteria and methods**. European Journal of Operational Research, v. 50, n. 1, p. 2 - 18, 1991.

WILSON, D. T. **An integrated model of buyer-seller relationships**. Journal of the Academy of Marketing Science, v. 23, n. 4, p. 335 - 345, 1995.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PERFIL DE DESEMPENHO DOS FORNECEDORES AO LONGO DO TEMPO DE RELACIONAMENTO COM CONSTRUTORAS

**SOUZA, André Luiz (1); JUNGLES, Antônio Edésio (2);
MARCHIORI, Fernanda (3)**

(1) Universidade Federal de Santa Catarina, (47) 9659 1718, e-mail: andre.alsouza@hotmail.com (2) Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: ajungles@gmail.com, (3) Universidade Federal de Santa Catarina, e-mail: fernanda.marchiori@ufsc.br

RESUMO

O artigo teve como objetivo verificar se realmente o desempenho operacional dos fornecedores de materiais apresentaram melhoras ao longo do tempo de relacionamento com as construtoras. As respostas dos questionários foram separadas em grupos para as micros e pequenas construtoras (MPE) e para as construtoras de médio e grande porte (MGE) e para cada grupo, um subgrupo em relação ao tipo de relacionamento adotado pelas construtoras com seus fornecedores. Desse modo, foi possível definir um perfil de desempenho dos fornecedores ao longo do tempo de relacionamento com as construtoras. Os resultados indicaram que as construtoras de MPE foram as maiores beneficiadas quando adotaram um relacionamento de parceria (RP) com seus fornecedores e, as construtoras de MGE as que menos se beneficiaram adotando um RP com seus fornecedores. A principal colaboração foi evidenciar que dentro do grupo das MGE o que influencia o desempenho dos fornecedores é o porte das construtoras, e dentro do grupo das MPE o que influencia o desempenho dos fornecedores é o tipo de relacionamento adotado pelas construtoras.

Palavras-chave: Desempenho, Relacionamento, Construtoras-fornecedores.

ABSTRACT

The study aimed to verify if indeed the operational performance of suppliers of materials showed improvement over the length of relationship with the building. The answers to the questionnaires were divided into groups for micro and small construction companies (MSC) and the medium and large construction companies (MLC) and for each group, a subgroup on the type of relationship adopted by builders with its suppliers. Thus, it was possible to define a performance profile of the vendors along the length of relationship with the building. The results indicated that the construction of MSC were the major beneficiaries when they adopted a partnership relationship (PR) with its suppliers and the MLC construction of the least benefited by adopting a PR with its suppliers. The main contribution was to show that within the group of MLC what influences the performance of suppliers is the size of construction companies, and within the group of the MSC which influences the performance of suppliers is the kind of relationship adopted by construction companies.

Keywords: Performance, Relationship, Construction companies-suppliers.

1 INTRODUÇÃO

Estudos nacionais sobre o relacionamento entre construtoras e fornecedores receberam pouca atenção por parte dos pesquisadores. Na verdade, nenhum trabalho realizou um estudo focando inteiramente sobre parceria entre construtoras e fornecedores. Os trabalhos que focaram o relacionamento entre construtoras e fornecedores apenas relacionaram algumas suposições ao conceito de parceria, mas não com o aprofundamento necessário que o assunto merecia. Na literatura nacional, os trabalhos

que merecem destaque por estudarem o relacionamento entre construtoras e fornecedores são: ISATTO (1996); ALVES (1997); MEIRA (2003). Um ponto importante nesses trabalhos foi que mesmo os autores estudarem o relacionamento das construtoras de pequeno e grande porte separadamente, as pesquisas não buscaram correlacionar as avaliações entre os portes das construtoras, tendo em vista que o porte das construtoras apresentam cenários totalmente distintos, de modo a influenciarem nas respostas das construtoras e conseqüentemente nos resultados.

Fica evidente que os estudos nacionais sobre o relacionamento entre construtoras e fornecedores sobre o conceito de parceria é extremamente superficial e exploratório. Diante dessa lacuna, o presente artigo se faz necessário de forma a evidenciar os benefícios advindos da parceria nos diferentes portes em que as empresas estão engajadas, de modo a definir um perfil de desempenho dos fornecedores ao longo do tempo de relacionamento com as construtoras

2 PARCERIA ENTRE EMPRESAS

Com o passar dos anos as empresas de manufatura americanas e europeias começaram a perceber que os relacionamentos mais estreitos com seus fornecedores seria uma nova forma de criar vantagens competitivas em termos de redução de custo e lead time, pontualidade nas entregas e acesso a novos produtos e tecnologias (TRENT; MONCZKA, 1999). Desse modo, a parceria com fornecedores na construção civil pode ser vista como uma nova filosofia para as empresas transcenderem as barreiras do atual mercado competitivo. A competição entre empresas, o aumento do custo de desenvolvimento do produto e a ênfase na qualidade do produto, forçam as empresas buscarem novas formas e oportunidades para agregarem valor ao seu produto final.

Black et al. (2000) ressaltam que as organizações não podem sobreviver em um mercado que está se tornando cada vez mais competitivo sem o apoio de seus fornecedores. Trabalhando em parcerias com fornecedores, as empresas podem aumentar sua capacidade de satisfazer as necessidades dos clientes, melhorar a qualidade e seus custos.

As empresas estão descobrindo que as relações tradicionais de contratação não se adequam aos resultados esperados pelas empresas. Essas relações tradicionais resultam em muitos relacionamentos contraditórios para atender o tempo, custo e qualidade que as empresas esperam ser correspondidos (KRIPPAEHNE et al., 1992). Assim, a parceria é vista como uma nova forma das empresas alcançarem seus objetivos e, conseqüentemente, obterem os benefícios dessa nova filosofia de relacionamento.

Um compromisso a longo prazo entre duas ou mais organizações é fundamental para atingir os objetivos dos negócios, maximizando os recursos de cada participante. Os benefícios esperados incluem a melhoria da eficiência e custo-benefício, o aumento das oportunidades de inovação e melhoria contínua da qualidade de produtos e serviços (T. CHEN; W. CHEN, 2007), sendo que os benefícios que as empresas constantemente buscam em uma parceria é a redução dos custos, melhoria da qualidade e da sua vantagem competitiva (LAMBERT et al., 1996; COUSINS; SPEKMAN, 2003). Para Cummings e Holmberg (2012) a formação de parcerias com fornecedores é uma poderosa estratégia de “bloqueio de parceiros”, amarrando um parceiro em potencial de outros concorrentes, isto é, limitando a capacidade de seus concorrentes em reduzir custos e melhorar a qualidade através de parcerias. Isso torna as empresas em relações de parceria, mais protegidas em sobreviver em um mercado altamente competitivo, como da construção civil.

3 METODOLOGIA

3.1 Procedimentos e instrumentos de coleta e análise das informações

A pesquisa foi realizada nas construtoras atuantes nas cidades de Itajaí (SC), Balneário Camboriú (SC), Itapema (SC), Grande Florianópolis (SC), Joinville (SC) e Blumenau (SC). A coleta de dados procedeu-se através de uma observação direta extensiva por meio de um questionário online enviado via e-mail para as construtoras utilizando a ferramenta onlinepesquisa.com. A escala Likert de 7 pontos foi utilizada para mensurar as respostas das construtoras na comparação entre o desempenho dos fornecedores mais antigos em relação aos mais novos. O intuito de comparar o desempenho dos fornecedores com mais e menos tempo de relacionamento com as empresas é que as relações entre empresas e fornecedores de longos períodos já estabeleceram padrões de comportamentos entre as empresas (LEUTHESSER, 1997; DUFFY, 2008)

Para medir o desempenho operacional dos fornecedores, utilizou-se a prioridade competitiva na elaboração do questionário. Segundo Krause et al. (2001, p. 500) as prioridades competitivas “tornou-se um padrão aceito por causa da relativa facilidade de comparar as prioridades entre as empresas e porque todas as empresas competem em algumas dessas combinações das prioridades competitivas”. Desse modo, as prioridades competitivas fornecem um caminho viável para uma comparação de desempenho das construtoras com seus fornecedores, sendo compostas por: custo, qualidade, entrega, flexibilidade e inovação. Para formular as perguntas em cima das prioridades competitivas, utilizou-se como referencial teórico os trabalhos desenvolvidos por Garvin (1987), Gerwin (1993), Larson (1994); Ward et al. (1998), Shin et al. (2000), Krause et al. (2001).

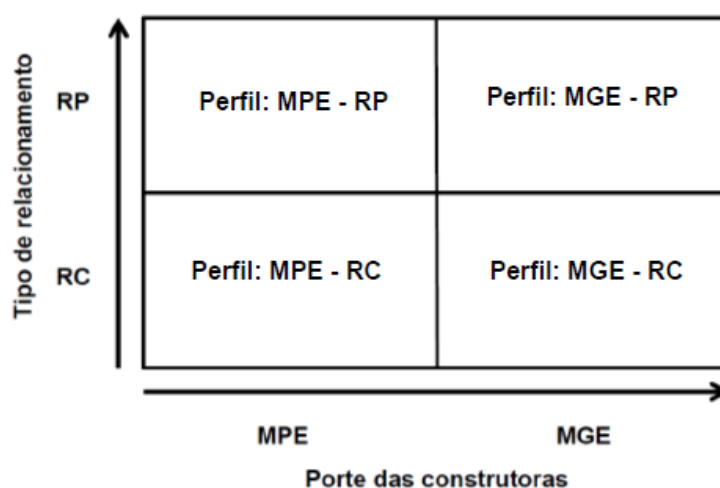
As análises estatísticas procedeu-se utilizando o teste de Mann – Whitney devido à amostra da pesquisa diferir significativamente de uma distribuição normal, ou seja, a amostra é não-normal, necessitando dessa forma da utilização de testes não paramétricos.

O agrupamento dos dados na presente pesquisa foi motivado pelos seguintes fatores: (a) poucos trabalhos publicados sobre o relacionamento entre pequenas empresas e seus fornecedores (ELLEGAARD, 2006), (b) foco da literatura no relacionamento entre grandes empresas e seus fornecedores (PRESSEY et al., 2009), (c) trabalhos na literatura verificaram que o tamanho das empresas influenciaram os resultados (HENDRICKS; SINGHAL, 2001; CLAYCOMB ; FRANKWICK, 2004; VACHON et al., 2009) e (d) existem apenas dois tipos de relacionamentos (RC e RP) entre fornecedores e compradores como definido pela maior parte dos pesquisadores (HUMPHREYS et al., 2001). Desse modo, as respostas dos questionários foram separadas em grupos e subgrupos. Os grupos são referentes ao porte das construtoras, sendo o grupo 1 para as micro e pequenas empresas (MPE) e o grupo 2 para as média e grandes empresas (MGE). Cada grupo possui um subgrupo referente ao tipo de relacionamento adotado pelas construtoras com seus fornecedores, podendo ser relacionamento competitivo (RC) ou relacionamento parceria (RP).

Como cada grupo (MPE/MGE) sempre apresentou os dois tipos de relacionamentos (RC/RP) comparou-se as respostas das construtoras separando-as em relação ao seu porte e tipo de relacionamento adotado com seus fornecedores. As comparações ajudaram analisar com mais detalhes as respostas das construtoras em relação ao seu porte e tipo de relacionamento adotado, possibilitando a criação de uma matriz 2x2 (ver Figura 1) com o perfil de cada grupo em relação ao seu subgrupo descrevendo as

características de cada perfil em selecionar e mudar seus fornecedores. Para definir um relacionamento competitivo e de parceria entre empresas utilizou-se como referência o trabalho de Wilson (1995). Para Wilson (1995) em um relacionamento competitivo (RC) o objetivo do comprador é unicamente o preço. O comprador conta com um grande número de fornecedores que podem ser “jogados” uns contra os outros para reduções de preços. No relacionamento de parceria (RP), a essência está nos parceiros adotarem um elevado grau de cooperação para manter uma relação comercial ao longo do tempo, motivados pelo compromisso mútuo de agregarem valor à relação. Dessa forma, foi apresentado no questionário uma opção para que as empresas escolhessem o tipo de relacionamento adotado com seus fornecedores.

Figura 1 – Modelo de avaliação do perfil de relacionamento entre construtoras e fornecedores de materiais



Fonte: DO AUTOR.

4 RESULTADOS

4.1 Análise de desempenho dos fornecedores

A pesquisa contou com um total de **81 questionários** que puderam ser totalmente utilizados para análises das informações. A primeira análise compreendeu o desempenho dos fornecedores mais antigos em relação aos mais novos para os diferentes tipos de relacionamento (RC/RP) dentro do grupo das MPE (ver Quadro 1). Notoriamente, o desempenho dos fornecedores mais antigos das construtoras de MPE com relacionamento de parceria (RP) foram indiscutivelmente melhores em relação aos fornecedores mais novos. Por outro lado, as construtoras de MPE que adotam um relacionamento competitivo (RC) seus fornecedores mais antigos apresentaram poucas diferenças em relação aos mais novos, evidenciando que o tipo de relacionamento influenciou o desempenho dos fornecedores mais antigos dentro do grupo das MPE.

Para as construtoras de MPE com um RC, os fornecedores mais novos apresentaram uma maior facilidade na redução dos preços, resultado esse esperado, uma vez que essas construtoras selecionam seus fornecedores visando os menores preços. Isso torna mais difícil as reduções de preços ao longo do relacionamento pelos fornecedores, pois já apresentarem os menores preços em sua seleção, dificultando assim, reduções ao longo do relacionamento. Essa foi uma característica das construtoras de MPE com um RC,

onde apresentaram as maiores reduções de preço de seus fornecedores mais novos dentre todos os perfis, evidenciando um perfil extremamente competitivo em selecionar seus fornecedores, conseqüentemente, resultando em um menor desempenho dos fornecedores ao longo do tempo do relacionamento em comparação aos demais perfis

Quadro 1 - Avaliação e comparação de desempenho entre novos e antigos fornecedores das construtoras de MPE

Critérios de Desempenho	M.D	Índice médio das avaliações RC		Teste de Mann-Whitney (p)	Índice médio das avaliações RP		Teste de Mann-Whitney (p)
		Novos	Antigos		Novos	Antigos	
Custo	C1	5,25	2,75	0,001*	4,03	3,97	0,506
Qualidade	Q1	3,38	4,63	0,018*	3,29	4,71	0,001*
	Q2	3,50	4,50	0,050*	3,41	4,59	0,001*
	Q3	3,38	4,63	0,018*	3,35	4,65	0,001*
	Q4	3,75	4,25	0,429	3,38	4,62	0,001*
Entrega	E1	4,00	4,00	1,000	3,41	4,59	0,001*
	E2	4,00	4,00	1,000	3,56	4,44	0,001*
Flexibilidade	F1	3,75	4,25	0,364	3,53	4,47	0,001*
	F2	4,00	4,00	1,000	3,32	4,68	0,001*
Inovação	I1	4,25	3,75	0,171	3,35	4,65	0,001*
	I2	4,00	4,00	1,000	3,38	4,62	0,001*

Legenda: C1= Preço unitário; Q1= Confiabilidade do produto; Q2= Durabilidade do produto; Q3= Conformidade especificações; Q4= Atendimento ao cliente; E1= Velocidade de entrega; E2= Entrega no prazo; F1= Flexibilidade de volume; F2= Flexibilidade de entrega; I1= Capacidade tecnológica; I2= Lançamento novos produtos.

M.D: medidas de desempenho

* Diferenças significativas entre as avaliações das empresas segundo o teste de Mann – Whitney ($p < 0,05$)

Fonte: QUESTIONÁRIO.

Pode-se constatar que as maiores diferenças no desempenho dos fornecedores mais antigos das MPE com um RP em comparação as MPE com um RC é devido ao **tipo de relacionamento** influenciar o desempenho dos fornecedores.

Estendendo as análises para as construtoras de MGE com um RC e RP, percebe-se que as construtoras de MGE com um RP apresentaram maiores diferenças de desempenhos dos fornecedores mais antigos em relação aos mais novos, em comparação as construtoras de MGE com um RC (ver Quadro 2). As construtoras de MGE com um RP apenas o preço não teve diferença significativa entre os fornecedores novos e antigos. As construtoras de MGE com um RC, apresentaram diferenças de desempenho para as medidas da qualidade, entrega e flexibilidade e, curiosamente, nenhuma diferença significativa no desempenho preço (medida C1), uma vez que esse tipo de relacionamento RC se caracteriza pelas construtoras visarem principalmente o preço.

Verificou-se que as construtoras de MGE mesmo adotando um RC, seus fornecedores mais antigos apenas não apresentaram diferenças significativas para o critério de

desempenho custo e inovação em comparação as construtoras de MGE com um RP, constando que dentro do grupo das MGE o que influenciou o desempenho dos fornecedores foi o **poder de barganha** das construtoras. Entretanto, as construtoras que adotaram um RP, independentemente do porte, são mais aptas a receberem inovações de seus fornecedores em comparação às construtoras de adotaram um RC, evidenciando que a inovação dos fornecedores está diretamente ligado ao tipo de relacionamento adotado pelas construtoras. Surpreendentemente, o preço foi a única medida de desempenho que as construtoras não verificaram diferenças entre os novos e antigos fornecedores.

Quadro 2 - Avaliação e comparação de desempenho entre novos e antigos fornecedores das construtoras de MGE

Critérios de Desempenho	M.D	Índice médio das avaliações RC		Teste de Mann-Whitney (p)	Índice médio das avaliações RP		Teste de Mann-Whitney (p)
		Novos	Antigos		Novos	Antigos	
Custo	C1	4,50	3,50	0,513	3,86	4,14	0,918
Qualidade	Q1	3,17	4,83	0,021*	3,29	4,71	0,002*
	Q2	3,67	4,33	0,050*	3,10	4,90	0,001*
	Q3	3,67	4,33	0,050*	2,81	5,15	0,001*
	Q4	3,67	4,33	0,050*	3,10	4,85	0,001*
Entrega	E1	3,33	4,67	0,021*	3,33	4,60	0,001*
	E2	3,33	4,67	0,021*	3,24	4,76	0,001*
Flexibilidade	F1	2,67	5,33	0,004*	3,10	4,90	0,001*
	F2	2,67	5,33	0,004*	3,19	4,81	0,001*
Inovação	I1	4,17	3,83	0,176	3,05	4,90	0,001*
	I2	4,00	4,00	1,000	3,10	4,90	0,001*

Legenda: C1= Preço unitário; Q1= Confiabilidade do produto; Q2= Durabilidade do produto; Q3= Conformidade especificações; Q4= Atendimento ao cliente; E1= Velocidade de entrega; E2= Entrega no prazo; F1= Flexibilidade de volume; F2= Flexibilidade de entrega; I1= Capacidade tecnológica; I2= Lançamento novos produtos.

M.D: medidas de desempenho

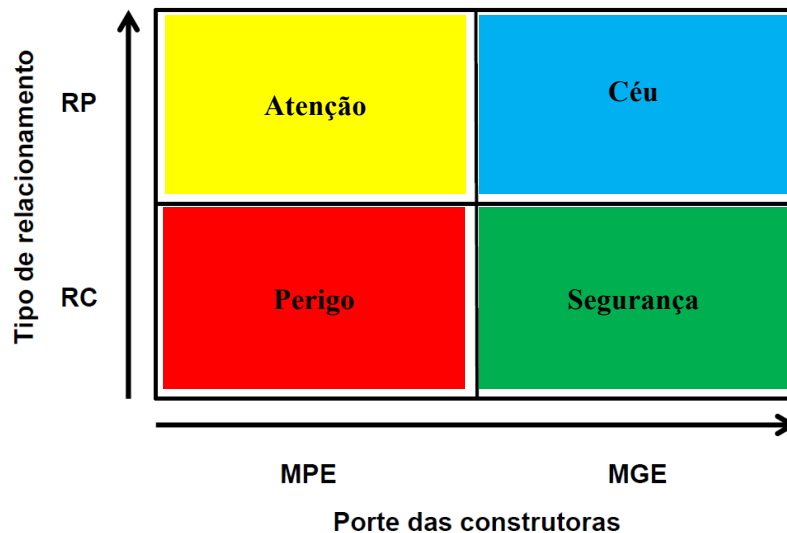
* Diferenças significativas entre as avaliações das empresas segundo o teste de Mann – Whitney ($p < 0,05$)

Fonte: QUESTIONÁRIO.

4.2 Definição do perfil de desempenho dos fornecedores ao longo do tempo de relacionamento com construtoras

Buscou-se unificar todas as respostas dos perfis referentes ao desempenho dos fornecedores com o intuito de definir o perfil de relacionamento entre construtoras e fornecedores de materiais. A Figura 2 apresenta os quatros perfis de construtoras e para cada perfil, a definição do desempenho dos fornecedores de materiais em relação ao porte e tipo de relacionamento adotado pelas construtoras.

Figura 2 - Perfil de desempenho dos fornecedores com construtoras



Fonte: DO AUTOR.

PERFIL 01: A cor azul indica que este perfil de construtoras está no céu. Ao mesmo tempo em que as construtoras possuem o poder de barganha como forma de influenciar o desempenho de seus fornecedores, o tipo de relacionamento adotado (RP) também auxiliou como influenciador no desempenho dos fornecedores ao longo do tempo, uma vez que este perfil de construtoras apresentou os maiores índices nas avaliações de desempenho de seus fornecedores. Desse modo, este tipo de perfil de construtoras é o ponto alto no relacionamento e desempenho dos fornecedores.

PERFIL 02: Este perfil de construtoras deve tomar cuidado em mudar o tipo de relacionamento adotado com seus fornecedores, uma vez que os diferentes tipos de relacionamentos (RC/RP) dentro do grupo das construtoras de MPE apresentaram uma grande elasticidade de desempenho entre os fornecedores. Ao mesmo tempo em que as MPE têm muito a ganhar com um relacionamento de parceria (RP), elas também tem muito a perder mudando para um relacionamento competitivo (RC) significando atenção às MPE em relação à escolha do tipo de relacionamento adotado com seus fornecedores.

PERFIL 03: A cor vermelha indica perigo para este perfil de construtoras devido às construtoras de MPE apenas influenciarem o desempenho de seus fornecedores através de um relacionamento mais colaborativo (parceria). Como as MPE não possuem o poder de barganha para influenciar o desempenho de seus fornecedores, o tipo de relacionamento adotado surge como uma alternativa para influenciar o desempenho dos fornecedores. Porém este perfil de construtoras não possuem poder de barganha nem um tipo de relacionamento colaborativo para influenciar o desempenho de seus fornecedores, resultando no pior perfil de relacionamento e desempenho dos fornecedores de materiais.

PERFIL 04: A cor verde neste perfil indica segurança pelas construtoras apesar de adotarem um relacionamento competitivo (RC) com seus fornecedores, o porte das construtoras de MGE proporciona segurança devido ao desempenho dos fornecedores serem influenciados principalmente pelo poder de barganha das construtoras. Desse modo, o poder de barganha das construtoras deste perfil proporciona segurança para que o tipo de relacionamento não influencie no desempenho de seus fornecedores, diferentemente do que ocorre com as construtoras de MPE, onde o principal influenciador no desempenho dos fornecedores é o tipo de relacionamento adotado pelas construtoras.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Constatou-se que as maiores diferenças no desempenho dos fornecedores mais antigos das MPE com um RP em comparação as MPE com um RC é devido ao **tipo de relacionamento** influenciar o desempenho dos fornecedores. Dentro do grupo das MGE, as construtoras mesmo adotando um RC, seus fornecedores mais antigos apenas não apresentaram diferenças significativas para o critério de desempenho custo e inovação, em comparação as construtoras de MGE com um RP, constando que influenciador no desempenho dos fornecedores foi o **poder de barganha** das construtoras.

Indiscutivelmente, uma abordagem de **parceria teve mais efeito** para as construtoras de MPE do que para as construtoras de MGE. As construtoras de MGE foram menos beneficiadas em mudarem seus relacionamentos visando uma parceria. Essa foi uma importante constatação, visto que muitos trabalhos na área de compras e relacionamento com fornecedores enfatizam a necessidade das empresas mudarem visando uma abordagem mais colaborativa com seus fornecedores e seleciona-los além do critério preço, uma vez que tem se em mente que as empresas visando menos o preço e mais uma relação colaborativa, a empresa teria mais benefícios. Porém, o que se percebe é que essas questões não são validas para as construtoras de MGE, mas principalmente para as construtoras de MPE.

REFERÊNCIAS

- COUSINS, P. D; SPEKMAN, R. **Strategic supply and the management of inter- and intra-organisational relationships**. Journal of Purchasing and Supply Management, v. 9, n. 1, p.19 - 29, 2003.
- DUFFY, R. S. **Towards a better understanding of partnership attributes: An exploratory analysis of relationship type classification**. Industrial Marketing Management, v. 37, n. 2, p. 228 - 224, 2008.
- ELLEGAARD, C. **Small company purchasing: A research agenda**. Journal of Purchasing and Supply Management, v. 12, n. 5, p. 272 - 283, 2006.
- GARVIN, D. A. **Competing on the eight dimensions of quality**. Harvard Business Review, v. 65, n. 6, p. 101 - 109, 1987.
- GERWIN, D. **Manufacturing flexibility - a strategic perspective**. Management Science, v. 39, n. 4, p. 395 - 410, 1993.
- KRAUSE, D. R. et al. **Toward a measure of competitive priorities for purchasing**. Journal of Operations Management, v. 19, n. 4, p. 497 - 512, 2001.
- LAMBERT, D. M. et al. **Developing and implementing supply chain partnerships**. The International Journal of Logistics Management, v. 7, n. 2, p. 1 - 17, 1996.
- LARSON, P. D. **Buyer - supplier co-operation, product quality and total costs**. International Journal of Physical Distribution & Logistics Management, v. 24, n. 6, p. 4 - 10, 1994.
- MONCZKA, R. M.; TRENT, R. J. **Achieving world-class supplier quality**. Total Quality Management, v. 10, n. 6, p. 927 - 938, 1999.
- PRESSEY, A. D. et al. **Purchasing practices in small- to medium-sized enterprises: an examination of strategic purchasing adoption, supplier evaluation and supplier capabilities**. Journal of Purchasing and Supply Management. v. 15, n. 4, p. 214 - 226, 2009.
- WILSON, D. T. **An integrated model of buyer-seller relationships**. Journal of the Academy of Marketing Science, v. 23, n. 4, p. 335 - 345, 1995.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

DESDOBRAMENTO DA PERSPECTIVA FINANCEIRA DO BSC: ANÁLISE DE UMA EMPRESA CONSTRUTORA

VIEIRA, João Paulo Pierre (1); CÂNDIDO, Luis Felipe (2); MOTA, Bruno Pontes (3); BARROS NETO, José de Paula (4)

(1) IBEC, e-mail: jpaulopv@gmail.com, (2) PEC/ UFC/ UNICHRISTUS, e-mail: luisfcandido2015@gmail.com, (3) SIPPRO, e-mail: bruno@pauta.eng.br, (4) GERCON/ UFC, e-mail: barrosneto@gercon.ufc.br

RESUMO

Empresas de construção têm dificuldades para explicitação de suas estratégias corporativas e de produção, sendo comum observar perda de foco e, principalmente desalinhamento entre os níveis gerenciais. Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo analisar os desdobramentos da perspectiva financeira do BSC por meio de um estudo de caso de uma construtora de Fortaleza, CE. Escolheu-se esta perspectiva devido ao custo ser um dos critérios competitivos mais vislumbrado pelo setor. Como resultado elaborou-se uma rede estratégica mostrando desde a meta financeira global até os indicadores ligados ao Planejamento e Controle da Produção. Se as empresas de construção possuem dificuldades para explicitar sua estratégia, como aponta a literatura, alguns indícios que corroboram esta tese foram apresentados como o desalinhamento da meta financeira global com a realidade composta pelo seu portfólio de empreendimentos e com uma de suas parceiras.

Palavras-chave: Gestão Estratégica, BSC, Alinhamento Estratégico, Estratégia de Produção.

ABSTRACT

Construction companies have difficulties to explicit their corporate and production strategies, generating commonly a lack of strategic focus and, principally, misalignment among the managerial levels. In this context, this paper aims to analyze the deployment of the financial perspective of the Balanced Scorecard through a case study in a building company in the city of Fortaleza, CE. The financial perspective was chosen for the study because the cost is the most competitive criterion glimpsed by building companies. As a result, a tailored strategic network chart was proposed, that shows since the global financial target until the performance indicators linked to Production Planning and Control. If the building companies have difficulties in explicit their strategies, as pointed out in the literature, some evidences that corroborate this thesis were presented as the misalignment of the global financial target with the real situation of the company and their portfolio of projects and its partners.

Keywords: Strategic Management, BSC, Strategic Alignment, Operational Strategy.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se alinhar ações de rota com metas estratégicas tem se configurado como um diferencial na busca de solidez e lucratividade podendo ser decisiva para o sucesso das organizações (COSTA *et al.*, 2009), pois se percebeu que a formulação da estratégia por si só não garante que as ações delineadas sejam implantadas de forma eficiente (COSTA; VIEIRA; BARROS NETO, 2010).

De forma contraproducente, a estratégia quando mal disseminada corrói as ações da empresa fazendo com que a mesma perca seu foco e gere desalinhamento entre os seus vários níveis. Esses problemas podem decorrer de um processo de planejamento inadequado, com uma abordagem estratégica inadequada sem que todos entendam os objetivos, causando diferentes perspectivas sobre a estratégia em questão (BARROS NETO, 1999). Para construção civil, esta é uma realidade inegável (COSTA, 2003).

Esta situação se agrava devido à natureza complexa dos projetos de construção, a existência de vários interesses conflitantes e processos de gestão fragmentados ligados à singularidade que cada empreendimento de construção apresenta (HORSTMAN; WITTEVEEN, 2013) o que tem demandado das empresas de construção uma maior atenção quanto as suas estratégias (COSTA, 2010), uma vez que a construção civil vem sofrendo forte transformação nos últimos anos com a nova conjuntura do mercado.

Nesta nova conjuntura, não se cogitam processos ineficientes, desperdícios de recursos em decorrência de estratégias mal formuladas ou pessoas que não contribuam para a realização da estratégia (COSTA *et al.*, 2009). Existe uma pressão para que as empresas gerem riqueza sob múltiplas perspectivas e para vários interessados (YOOUNG; O'BYRNE, 2003) e é neste sentido que estudos sobre estratégia e alinhamento estratégico em empresas de construção tornam-se fundamentais.

Assim, o presente trabalho tem por objetivo analisar os desdobramentos da perspectiva financeira do *Balanced Scorecard* por meio de um estudo de caso de uma construtora de Fortaleza, CE. Escolheu-se esta perspectiva devido o custo ser um dos critérios competitivo mais vislumbrado do setor (BARROS NETO, 1999).

2 ESTRATÉGIA E PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO

Segundo Andrews (1996), as estratégias são modelos de decisão de uma empresa que estabelecem e demonstram seus objetivos, produzem os principais planos para realização destes, definem o alcance dos negócios que a empresa almeja, tipo de organização econômica e humana que ela pretender ser e a natureza de suas contribuições para todas as partes interessadas.

Qualquer empresa sempre terá estratégias, ainda que não estejam apresentadas de forma consciente e coerente (PORTER, 2004). A estratégia é resultado de uma análise minuciosa do negócio a ser conduzido, do mercado a ser enfrentado, dos recursos a serem aplicados e da tecnologia disponível, ou seja, da coordenação de ações entre tecnologias, processos e pessoas para fazer com que o trabalho seja realizado (SINK; TUTTLE, 1993).

A estratégia é definida por meio do Planejamento Estratégico (PE), momento em que se questiona o porquê de a empresa existir, para que existe (missão) e o que vende, ou seja, qual o negócio da empresa e aonde ela quer chegar (visão). Também são objetivos do PE definir quais os valores que a empresa pretende transmitir ao mercado, como irá satisfazer suas necessidades (JACOBI *et al.*, 2012) e a realização de uma análise ambiental.

Para análise ambiental, uma ferramenta bastante utilizada é a Análise SWOT. Segundo Weihrich (1982), a Análise SWOT é uma ferramenta de planejamento estratégico que apresenta as oportunidades e ameaças do ambiente externo e as forças e fraquezas da organização, inserindo-a no ambiente a qual deseja competir.

O conjunto de elementos definidos no PE (missão, visão e valores juntamente com a consciência das oportunidades e ameaças do ambiente externo e as forças e fraquezas da organização), deve estar solidificado para criar uma cultura em todos os níveis, possibilitando que a empresa enxergue e defina um conjunto de prioridades consistentes para competir no mercado, ou seja, definir seus critérios competitivos.

Os critérios competitivos são objetivos ou requisitos que a empresa deve priorizar com o objetivo de aumentar a sua competitividade, gerando maior participação no mercado e lucratividade (BARROS NETO; FENSTERSEIFER; FORMOSO, 2003).

A partir destes critérios a empresa é capaz de definir sua estratégia de produção, ou seja, encadear uma sequência de decisões que torne uma unidade de negócio capaz de obter uma determinada vantagem competitiva (WRIGHT, 1984). Na indústria da construção o custo é o critério mais vislumbrado pelas empresas do setor (BARROS NETO, 1999).

Assim deve-se deixar clara a vinculação entre objetivos estratégicos, critérios competitivos e estratégias funcionais que devem ser desdobrados até que se chegue a indicadores mensuráveis. Para tal, Costa, Formoso e Lantelme (2002) propuseram uma ferramenta chamada de rede estratégica para melhorar a comunicação e a transparência da empresa, facilitando o reconhecimento de indicadores para diversas estratégias.

Porém, as empresas ainda encontram muitas dificuldades para transformar sua visão estratégia em ações alinhadas em todos os níveis de sua estrutura (SINK; TUTTLE, 1993). Neste contexto, diversas estruturas para formulação de estratégias foram desenvolvidas, dentre as quais pode-se destacar o *Balanced Scorecard (BSC)*.

O BSC visa proporcionar aos altos gestores uma visão rápida, porém abrangente, do negócio por meio de um conjunto de medidas de desempenho que buscam relacionar aspectos qualitativos a resultados financeiros a partir da integração de quatro perspectivas de desempenho: finanças, clientes, processos internos e inovação e aprendizado (KAPLAN; NORTON, 1992).

Criada inicialmente como uma ferramenta para medição de desempenho, o BSC hoje funciona como uma ferramenta de gestão estratégica (KAPLAN; NORTON, 1996) sustentando processos gerenciais críticos para o sucesso de uma empresa que, segundo seus autores, são: (i) esclarecer e traduzir a visão e a estratégia; (ii) comunicar e associar objetivos e medidas estratégicas; (iii) planejar, estabelecer metas e alinhar iniciativas estratégicas e; (iv) melhorar o *feedback* e o aprendizado estratégico.

Porém, críticos identificaram erros desta abordagem, como por exemplo a não fazer quantificação das relações de causa e efeito e não expressa o interesse de todos os *stakeholders* (KAGIOGLOU; COOPER; AQUAD, 2001; STRITESKA; SPICKOVA, 2012). As relações de causa e efeito do BSC sugerem que o aprendizado e crescimento da empresa sustenta a excelência de seus processos internos que por sua vez geram satisfação e foco no cliente o que impacta positivamente no desempenho financeiro (KAPLAN; NORTON, 1996).

Além disso, Kagioglou, Cooper e Aquad (2001) argumentam que o setor de construção opera com um grande número de colaboradores e fornecedores, sendo necessário considerar perspectivas adicionais àquelas básicas do modelo como projetos e fornecedores, constituindo-se oportunidades de aprimoramento do BSC na construção.

3 METODOLOGIA

O presente estudo classifica-se como qualitativo com objetivos exploratórios e

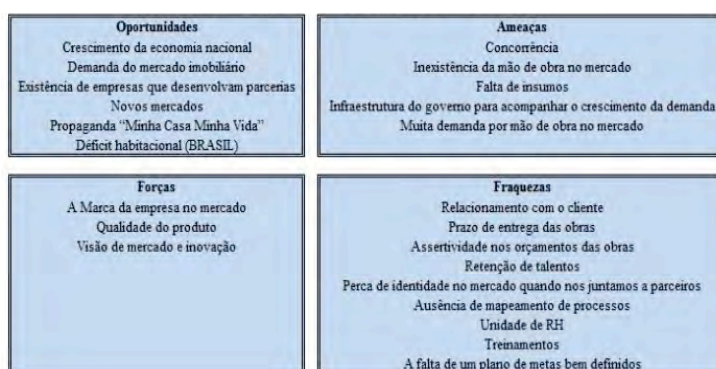
descritivos (COLLIS; HUSSEY, 2005). Como estratégia de pesquisa utilizou-se o estudo de caso (YIN, 2010) cujas fontes de evidencia foram utilizadas entrevistas semiestruturadas e documentos (RICHARDSON, 2011). Para análise dos dados utilizou-se a análise de conteúdo (KRIPPENDORFF, 2004).

O estudo de caso foi realizado em uma empresa construtora de destaque da cidade de Fortaleza, aqui ficticiamente nomeada de Empresa D. Com sede em Fortaleza, CE a Empresa D atua no setor de construção e incorporação desde 1981 e possui filial em Natal e Rio Grande do Norte. Com mais de quarenta empreendimentos concluídos, a empresa possui também certificações ISO 9001 – Ukas/ Inmetro e PBQP-H nível A.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como primeira ação do PE, a Empresa D realizou uma análise SWOT cujo resultado é apresentado na Figura 1.

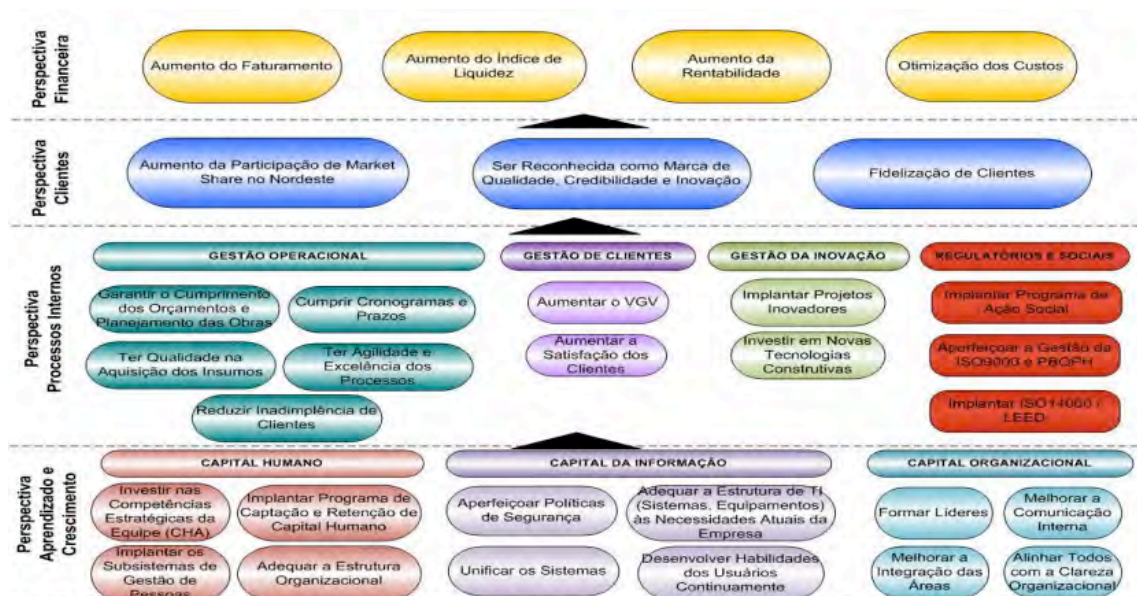
Figura 1 - Análise SWOT da Empresa



Fonte: dos autores

A empresa, também desenvolveu seu mapa estratégico (KAPLAN; NORTON, 1997) cujo resultado é apresentado na Figura 2.

Figura 2 - Mapa estratégico da Empresa D



Fonte: dos autores

Para cada perspectiva foram traçados objetivos e indicadores conforme a metodologia do BSC. O **Error! Reference source not found.** apresenta os objetivos e indicadores para perspectiva financeira.

Quadro 1 - Indicadores para perspectiva financeira

Objetivo	Indicador	Unidade
Aumento do faturamento	Valor faturado nos Balancetes Mensais	R\$
Aumento do Índice de Liquidez	Liquidez Corrente = Ativo Circulante/ Passivo Circulante	Nº
	Liquidez Geral = Ativo Circulante + Real LP/ Passivo Circulante + Exig. LP	Nº
Aumento da Rentabilidade	Lucro Líquido/ Receitas de Vendas x 100	%
	Lucro Líquido por Obra/ Receitas de Vendas por Obra x 100	%
	Lucro Líquido/ Valor Investido x 100	%
Otimização dos custos	Cumprimento do orçamento empresarial (valor gasto/ valor orçado x 100)	%
	Valor de compra < Valor Orçado por obra	R\$
	Custo Fixo/ Faturamento	%

Fonte: dos autores.

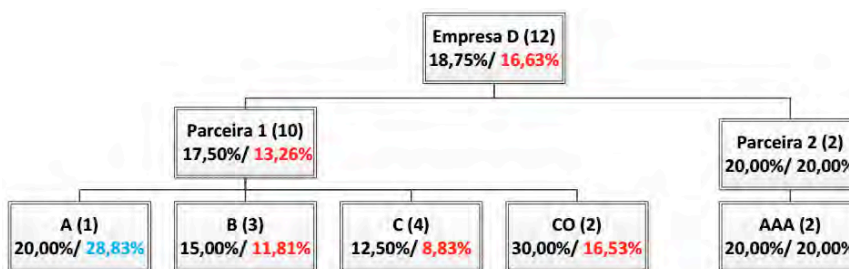
Observou-se que a empresa possui uma parceira que representa mais de 95% do volume de negócios realizados e que existem objetivos estratégicos divergentes entre elas. Por exemplo, ao se analisar a identidade organizacional da Empresa D e de acordo com as entrevistas, observa-se que a Empresa D prioriza como critério competitivo a qualidade, enquanto sua parceira prioriza o custo.

E mais, uma das fraquezas listadas na análise SWOT é a assertividade nos orçamentos das obras. Uma vez que o processo de orçamentação é frágil, o critério de custo estabelecido pela parceria pode não ser contemplado, pois o grau de incerteza de seus orçamentos pode mascarar a inviabilidade econômica de um determinado empreendimento. Este desalinhamento foi confirmado com o fim da parceria. Outro ponto relevante é a ausência de um plano de metas bem definido.

Especificamente, em relação à perspectiva financeira, definiu-se, juntamente com responsáveis da Empresa D, uma meta financeira, para que fosse possível realizar uma análise mais precisa para este trabalho. Assim, foi definida como margem de lucro de para cada parceira de 20%, ou seja, a meta global da perspectiva financeira.

Porém, ao se analisar os empreendimentos das parcerias, pode-se observar que o cenário planejado para os resultados financeiros é inferior à meta desejada. Além disso, o cenário real estava abaixo na maioria dos empreendimentos, conforme a Figura 3.

Figura 3 - Diagrama de análise do cenário ideal versus real



Fonte: dos autores

Onde A significa alto padrão, B médio padrão, C baixo padrão, CO comercial e AAA alto luxo. O número entre parênteses indica a quantidade de obras em cada segmento e a porcentagem a esquerda margem de lucro planejada e a direita margem de lucro real. Ao se analisar o cenário realista, verifica-se que a meta da perspectiva é ainda mais baixa do que aquela planejada 18,75% ou daquela considerada como ideal 20%.

Dos 12 empreendimentos, considerando-se a atualização do orçamento inicial, a margem diminui ainda mais chegando-se a 13,27%, ou seja, apenas 66% da meta ideal (20%), conforme pode-se observar na **Error! Reference source not found.**

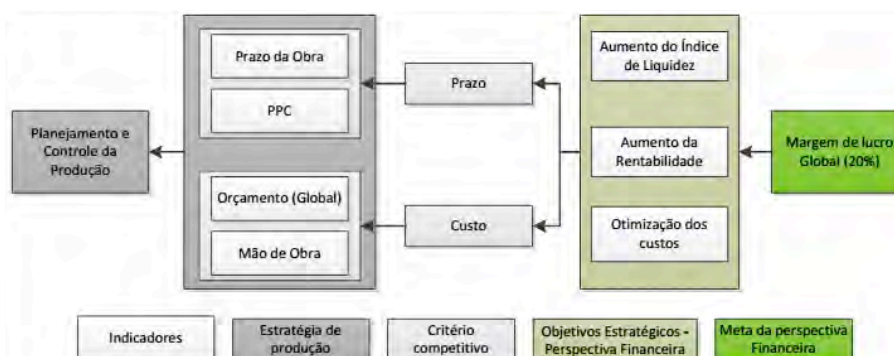
Tabela 1 - Resumo do resultado real dos empreendimentos

OBRAS	VGV	ORÇAMENTO PREVISTO		ORÇAMENTO CORRIGIDO		CUSTO		MARGEM PREVISTA		MARGEM REAL		DESVIO	
		R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	R\$	%	R\$	R\$	%	%	%
2	R\$ 58.716.480,00	R\$ 28.920.806,54	R\$ 31.812.887,19	R\$ 20.550.768,00	12,5%	R\$ 7.339.560,00	R\$ 6.352.824,81	10,82%	-1,68%				
4	R\$ 30.526.375,00	R\$ 17.274.060,91	R\$ 19.001.467,00	R\$ 10.684.231,25	12,5%	R\$ 3.815.796,88	R\$ 840.676,75	2,75%	-9,75%				
7	R\$ 36.932.426,67	R\$ 18.209.837,38	R\$ 20.030.821,11	R\$ 12.926.349,33	12,5%	R\$ 4.616.553,33	R\$ 3.975.256,22	10,76%	-1,74%				
20	R\$ 50.102.582,87	R\$ 24.612.184,37	R\$ 27.073.402,81	R\$ 17.535.904,00	12,5%	R\$ 6.262.822,86	R\$ 5.493.276,00	10,96%	-1,54%				
5	R\$ 60.349.968,00	R\$ 30.225.408,91	R\$ 33.247.949,80	R\$ 21.122.488,80	15,0%	R\$ 9.052.495,20	R\$ 5.979.529,40	9,91%	-5,09%				
22	R\$ 73.312.960,00	R\$ 31.007.610,11	R\$ 34.108.371,13	R\$ 25.659.536,00	15,0%	R\$ 10.996.944,00	R\$ 13.545.052,87	18,48%	3,48%				
1	R\$ 8.697.000,00	R\$ 4.364.182,82	R\$ 4.800.601,10	R\$ 3.043.950,00	30,0%	R\$ 2.609.100,00	R\$ 852.448,90	9,80%	-20,20%				
12	R\$ 158.141.135,75	R\$ 59.998.399,05	R\$ 65.998.238,95	R\$ 55.349.397,51	30,0%	R\$ 47.442.340,73	R\$ 36.793.499,29	23,27%	-6,73%				
18	R\$ 27.359.295,06	R\$ 13.438.626,41	R\$ 14.782.489,05	R\$ 9.575.753,27	20,0%	R\$ 5.471.859,01	R\$ 3.001.052,74	10,97%	-9,03%				
19	R\$ 26.981.504,00	R\$ 12.116.357,71	R\$ 13.327.993,48	R\$ 9.443.526,40	20,0%	R\$ 5.396.300,80	R\$ 4.209.984,12	15,60%	-4,40%				
15	R\$ 105.310.986,67	R\$ 34.626.064,12	R\$ 38.088.670,53	R\$ 36.858.845,33	20,0%	R\$ 21.062.197,33	R\$ 30.363.470,80	28,83%	8,83%				
17	R\$ 55.369.165,71	R\$ 29.178.607,77	R\$ 32.096.468,54	R\$ 19.379.208,00	15,0%	R\$ 8.305.374,86	R\$ 3.893.489,17	7,03%	-7,97%				
Total		R\$ 132.371.344,99	R\$ 115.300.561,12	R\$ 115.300.561,12		R\$ 17.070.783,87		13,27%					

Fonte: dos autores

Como ponto de partida para melhoria do objetivo financeiro, foi proposta uma rede estratégica para que a Empresa D pudesse monitorar sua meta a partir do nível operacional (Obra), conforme apresentada na Figura 4.

Figura 4 - Rede estratégica para perspectiva de custos



Fonte: dos autores

Visando validar a rede estratégica proposta, os indicadores propostos foram monitorados e, perceberam-se desvios graves em todos eles. Por exemplo, em relação ao prazo das obras, viu-se que desvios da ordem de 6 meses. Para o Percentual de Pacotes Concluídos (PPC), observou-se um cumprimento médio de apenas 50%, ou seja, o planejamento de curto prazo está sendo ineficaz e gerando desvios de prazo.

A quantidade de mão-de-obra estabelecida no planejamento também não vinha sendo mantida. Duas hipóteses podem ser apresentadas para esse não cumprimento: orçamento com coeficientes de consumo da mão-de-obra irreais ou falta de gestão e inabilidade da equipe de obra. Ao analisar o orçamento de uma das obras, observou-se que a mesma apresentava uma diferença de R\$1.418.557,82 entre o valor orçado e o valor gasto (4,5%) o que induz a acreditar que a primeira hipótese levantada anteriormente seja mais correta, uma vez que a própria análise SWOT já aponta a orçamentação como ponto fraco da Empresa D.

5 CONCLUSÕES

O presente trabalho teve por objetivo analisar os desdobramentos da perspectiva financeira do *Balanced Scorecard* por meio de um estudo de caso de uma construtora de Fortaleza, CE.

A análise permitiu observar que a meta financeira global da empresa estudada está desalinhada com a realidade composta pelo seu portfólio de empreendimentos e com uma de suas parceiras com divergências em seus critérios competitivos. Este desalinhamento foi confirmado com o rompimento da parceria ao longo do tempo. Pode-se afirmar que critérios competitivos tão contrastantes como qualidade e custo são insustentáveis se não tratados de uma forma bem equilibrada.

Com o monitoramento dos indicadores propostos na rede estratégica, verificou-se que este desalinhamento atinge não apenas a parceria, mas o nível operacional que apresentou um grau de desempenho a quem do planejado.

Se as empresas de construção possuem dificuldades para explicitar sua estratégia como argumentam Costa (2003), alguns indícios que corroboram esta tese foram apresentados. Isso sugere que a temática de gestão estratégica ainda encontra-se incipiente no setor de construção, uma vez que a empresa estudada tem uma história sólida e uma alta participação no mercado.

Os indícios apresentados demandam outros estudos em outras empresas para averiguação do panorama setorial o que pode resultar em iniciativas de melhoria mais consistentes e até mesmo a formação de clubes de *benchmarking* colaborativo para melhoria dos sistemas de gestão estratégica na indústria da construção.

REFERÊNCIAS

- ANDREWS, K. The concept of corporate strategy. In: MINTZEBERT, H; QUINN, J. N (org). **The strategy process: concepts, contexts, cases**. 3. ed. New York: Prentice-Hall, 1996, 1996.
- BARROS NETO, J. D. P.; FENSTERSEIFER, J. E.; FORMOSO, C. T. Os critérios competitivos da produção: um estudo exploratório na construção de edificações. **Revista de Administração Contemporânea**, v. 7, n. 1, p. 67–85, 2003.
- BARROS NETO, J. DE P. **Proposta de modelo de formulação de estratégias de produção para pequenas empresas de construção habitacional**. 350 f. Tese (Doutorado em Administração) - Programa de Pós-graduação em Administração, Universidade Federal do Rio

- Grande do Sul, Porto Alegre, 1999. Disponível em: < <http://hdl.handle.net/10183/2380> >. Acesso em: 09.12.2014.
- COLLIS, J.; HUSSEY, R. **Pesquisa em administração**: um guia prático para alunos de graduação e pós-graduação. 2. ed. Porto Alegre, RS: Bookman, 2005.
- COSTA, D. B. **Diretrizes para concepção, implementação e uso de sistemas de indicadores de desempenho para empresas da construção civil**. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2003. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/3457>>. Acesso em: 27.11.2014.
- COSTA, D. B.; FORMOSO, C. T.; LANTELME, E. M. V. Critérios para desenvolvimento de sistemas de indicadores de desempenho vinculados aos objetivos estratégicos de empresas da construção civil. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 22., 2002, Curitiba. **Anais...**Curitiba, PR: ABREPRO, 2002.
- COSTA, G. S. et al. Alinhamento estratégico em empresas que implantaram a construção enxuta em Fortaleza/ CE. *In*: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 6., João Pessoa. **Anais...**João Pessoa, PB: ANTAC, 2009
- COSTA, G. S. **Alinhamento Estratégico em construtoras cearenses**. 189 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2010.
- COSTA, G. S.; VIEIRA, J. P. P.; BARROS NETO, J. DE P. Análise da Produção Científica em Estratégia com foco na Construção Civil: ENTAC e SIBRAGEC de 2000 a 2009. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010. João Pessoa. **Anais...**João Pessoa, PB: ANTAC, 2010.
- HORSTMAN, A.; WITTEVEEN, W. Performance Indicators in the Best Value Approach. **Advanced of Performance Information & Value**, v. 5, n. 2, p. 59–78, 2013.
- JACOBI, B. AN. *et al.* Implementação do planejamento estratégico. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2., 2012, Ponta Grossa. **Anais...**Ponta Grossa, Brasil: APREPRO, 2012
- KAGIOGLOU, M.; COOPER, R.; AQUAD, G. Performance management in construction: a conceptual framework. **Construction Management and Economics**, v. 19, p. 85–95, 2001.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. O. **A estratégia em ação: Balanced Scorecard**. Rio de Janeiro, RJ: Elsevier, Campus, 1997.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. The Balanced Scorecard – Measures that Drive Performance. **Harvard Business Review**, v. 70, n. 1, p. 70–79, 1992.
- KAPLAN, R. S.; NORTON, D. P. Using the Balanced Scorecard as a Strategic Management System. **Harvard Business Review**, v. 74, n. 1, p. 75–85, 1996.
- KRIPPENDORFF, K. **Content analysis: an introduction to its methodology**. 2. ed. London, UK: Sage Publications, 2004.
- PORTER, M. E. **Estratégia competitiva: técnicas para análise de indústrias e da concorrência**. 2. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.
- RICHARDSON, R. J. **Pesquisa Social: Métodos e Técnicas**. 3. ed. São Paulo, SP: Atlas, 2011.
- SINK, D. S.; TUTTLE, T. C. **Planejamento e medição para performance**. Rio de Janeiro, RJ: Qualitymark, 1993.
- STRITESKA, M.; SPICKOVA, M. Review and Comparison of Performance Measurement Systems. **The Journal of Organizational Management Studies**, v. 2012, p. 1–13, 1 jan. 2012.
- WEHRICH, H. The TOWS Matrix - A Tool for Situational Analysis. **Long Range Planning**, v. 15, n. 2, p. 54–66, 1982.
- WRIGHT, S. C. W. Manufacturing strategy: defining the missing link. **Strategic Management Journal**, v. 5, n. 1, p. 77–91, 1984.
- YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 4. ed. Porto Alegre: Bookman, 2010.
- YOOUNG, S. D.; O'BYRNE, S. D. **EVA e gestão baseada em valor: guia prático para implementação**. Porto Alegre: Bookman, 2003.

**ELABORAÇÃO DE HISTOGRAMA DE MÃO DE OBRA A PARTIR DA TEORIA DE CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS****REIS, Caio José Losada Reis (1); MENDONÇA, Marcelly de Figueiredo (2); SANTANA, Wylliam Bessa (3); MAUÉS, Luiz Maurício Furtado (4)**

(1) UFPA, e-mail: caiojlreis@gmail.com, (2) e-mail: marcellyfmendonca@gmail.com, (3) UFPA, e-mail: wyll.santana@gmail.com, (4), UFPA, e-mail: maues@ufpa.br.

RESUMO

Diante da tentativa de racionalização das ferramentas de planejamento no cenário atual de competitividade do mercado da construção civil, buscou-se propor uma opção de elaboração de histograma de mão de obra a partir de uma equação que gera um gráfico, o qual define a necessidade de mão de obra mês a mês, em obras de edificações residenciais de múltiplos pavimentos, sem dispor do cronograma físico de execução. A pesquisa foi feita com a aplicação das propostas de curva de agregação de recursos teóricas em oito obras distintas na cidade de Belém para estudo de caso, a metodologia está pautada na identificação da curva mais representativa entre as variações da curva teórica de maior proximidade com o histograma de mão de obra planejado. Perante a análise de tais curvas aplicadas nas obras e relacionando com a área total construída dos empreendimentos foi possível determinar um índice de produtividade médio. De posse deste índice e da área construída total do empreendimento ao qual pretende-se analisar pode-se definir uma equação que calcula o consumo total de mão de obra, permitindo a elaboração do histograma de mão de obra a partir da curva de agregação de recursos mais próximo do cenário ideal. Em síntese, foi definido um modelo para elaboração de histogramas de mão de obra a partir da definição de uma equação, no qual os únicos dados necessários são a área total a ser construída e o prazo do empreendimento.

Palavras-chave: Histograma; Mão de obra; Curva de agregação de recursos.

ABSTRACT

Faced with the challenge of rationalizing the planning tools in the current scenario of competition in the construction market, we propose an option for development of a manpower histogram from an equation that creates a chart, which defines the need for manpower month after month, in construction of residential buildings with multiple floors, without having the physical execution schedule. The research was carried out by applying theoretical aggregation of resources curve proposed in eight different buildings in Belém as a case study. Thus, the methodology is the identification of the curve that is more representative considering the variations between the theoretical curve and the manpower histogram planned. Based on analyzes of the curves applied in the buildings and relating them to the total built area of the projects, it was possible to determine an average productivity rate. Getting this index and knowing the total area of the project to be analyzed, we can define an equation that calculates the total consumption of manpower, allowing the development of manpower histogram using the resource aggregation curve that is closer to the current scenario. In summary, a model was defined to elaborate manpower histograms from the definition of an equation in which the only data required are the total area to be built and the construction period.

Keywords: Histogram; Construction Workers; Resource Aggregation Curve.

1 INTRODUÇÃO

A partir da base de dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), concluiu-se que o crescimento econômico do setor da construção (no Brasil) oscilou bastante nas duas últimas décadas. Em função desta oscilação frequente, faz-se necessário que as empresas possam contar com ferramentas que possibilitem um maior conhecimento das técnicas de programação de obras e seus benefícios. (CBIC, 2002)

Na busca da melhoria contínua do gerenciamento de obras, muitas vezes, torna-se necessário racionalizar os processos de planejamento, programação e controle, para que se obtenham resultados mais rápidos quando no estudo de viabilidade de empreendimentos.

Uma sugestão simples e rápida para que se conheça a necessidade de mão de obra para a realização de um empreendimento é a utilização da teoria da curva de agregação de recursos clássica. Segundo Kim e Ballard (2001 apud KERN, 2005), a curva de agregação de recursos é uma ferramenta de controle, que integra programação da produção e custo.

Em geral, essa técnica agrega a totalização de recursos utilizados em uma obra, período a período. Tais recursos podem ser homens hora, número de homens, volume ou quantidade de materiais ou, simplesmente, o valor monetário investido no projeto. O período, por sua vez, pode ser em dias, semanas, meses ou anos (HEINECK, 1989).

De acordo com Neale e Neale (1989 apud MINARI JUNIOR, 2009), a curva de agregação de recursos é uma ferramenta que não beneficia apenas o construtor, mas também clientes. Para o cliente a curva representa o desenvolvimento do empreendimento, e, para o construtor, representa o desenvolvimento do trabalho realizado periodicamente, e quantias da receita.

Desta forma, este trabalho, tem por objetivo definir uma equação matemática a partir da teoria de curva de agregação de recursos que possibilite a montagem de histogramas de mão de obra para aplicação na construção de edificações residenciais, quando na ausência de planejamento, tendo como dados a área construída e duração da obra.

2 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa em questão foi dividida em várias etapas. Estando a mesma classificada como uma pesquisa bibliográfica, descritiva de estudo de caso e, ainda, quantitativa (GIL, 1991).

Neste trabalho o tema em estudo iniciou-se com uma revisão bibliográfica visando apresentar o estágio atual do conhecimento a respeito do tema, destacando suas dificuldades e limitações.

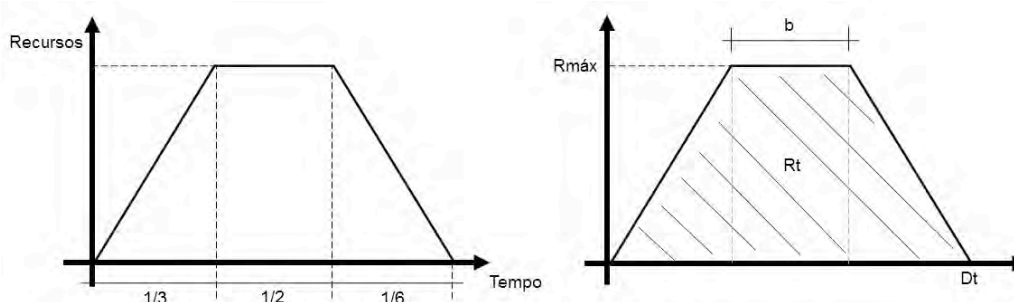
Posteriormente, para que se tornasse possível a análise crítica do assunto, foi realizada, a pesquisa descritiva de estudo de caso. Ou seja, buscou-se casos de obras reais, nas quais a teoria poderia ser aplicada, e fez-se o estudo do comportamento das curvas de agregação de recursos nas mesmas.

Por fim, coletados os dados, fez-se uma pesquisa quantitativa. Onde pode-se realizar as inferências a partir das amostras e, então, buscou-se explicar o fenômeno estudado.

3 CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS

HEINECK (1989) explica a existência de uma curva de agregação de recursos clássica, a partir da forma de um trapézio. Nesta define-se que o primeiro 1/3 do período de consumo total de recurso (prazo da obra) é de mobilização, 1/2 para o desenvolvimento - no qual o consumo é constante - e 1/6 a fase final. Na fase de mobilização se considera uma crescente linear até atingir o valor máximo e na fase de desmobilização também se adota uma redução linear dos recursos. Esta chamada curva clássica é representada na figura abaixo. Seguindo esse perfil a área do trapézio representa o consumo total de recurso da obra. O mesmo autor destaca, ainda, que, o valor da abscissa no patamar pode ser determinado a partir da relação entre a base menor e a base maior do trapézio.

Figura 1 - Curva de Agregação de Recursos Clássica



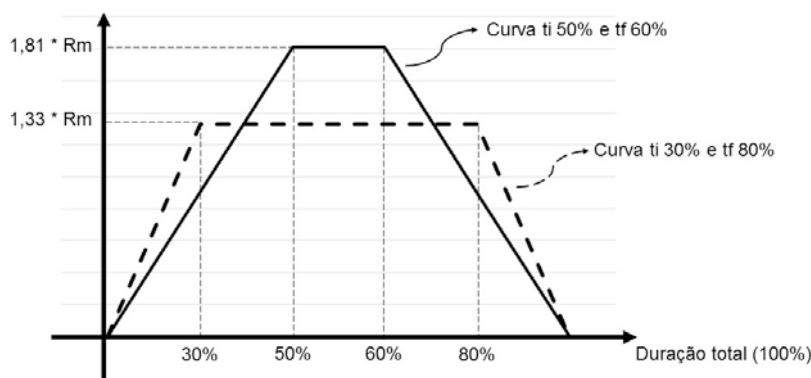
Fonte: Heineck, 1989 (adaptado).

Segundo HEINECK (1989) a curva de agregação de forma trapezoidal é apenas uma idealização teórica, e sua aplicação leva a curvas de formas bem variadas, entretanto, com o intuito de tornar mais simples a modelagem, tenta-se encaixar formas trapezoidais nos gráficos.

Ao analisar-se apenas as formas trapezoidais, pode-se caracterizá-la a partir dos pontos que marcam o início e o fim do período de estabilidade da curva (t_i e t_f , respectivamente). Gates e Scarpa (1976 apud HEINECK, 1989) afirmam que estes pontos podem assumir variados valores, mas que na sua prática profissional encontraram: (i) $t_i = 40\%$ com uma tolerância de $\pm 10\%$ e (ii) $t_f = 70\%$ com uma tolerância de $\pm 10\%$.

Tomando como base os valores mínimos e máximos desses intervalos, observa-se que estas tolerâncias, apesar de aparentemente diminutas, determinam formas totalmente diferentes de curvas de agregação, como apresentado na figura 3.

Figura 2 - Curvas de agregação sobrepostas



Fonte: Heineck, 1989 (adaptado).

Segundo HEINECK (1989), quanto mais os pontos t_i e t_f estiverem afastados, mais longo será o patamar de estabilização do projeto e menor o pico de recursos em relação à média de aplicação, e, portanto, mais fácil o gerenciamento de tal projeto.

4 APLICAÇÃO DA CURVA DE AGREGAÇÃO DE RECURSOS UTILIZANDO A MÃO DE OBRA COMO FOCO DA PESQUISA

4.1 Elaboração de histogramas de mão de obra

Os histogramas de mão de obra, para o estudo do comportamento das curvas de agregação, foram elaborados na forma de gráfico de barras, no qual no eixo X estão os períodos mensais, do início ao fim da obra, e no Y, os somatórios de toda a mão de obra, sem distinção entre oficiais e serventes, multiplicado por 190,08 horas (jornada mensal, considerando 4,32 semanas x 44 horas semanais). Para melhor visualização, dividiu-se, o quantitativo de mão de obra por mil, resultando no quantitativo de mil homem-hora mensal.

4.2 Montagem das curvas de agregação de mão de obra

Para a elaboração das curvas de agregação de recursos, foram utilizados quatro modelos teóricos. Uma curva segue a proposta do autor HEINECK (1989) e as outras três curvas, propostas de Gates e Scarpa (1976 apud HEINECK, 1989).

Para o traçado das quatro curvas de agregação utilizou-se uma variação da equação 1 de acordo com HEINECK (1989):

$$R_t = R_{m\acute{a}x} * \frac{(b + Dt)}{2} \quad (1) \quad \text{e} \quad R_{m\acute{a}x} = \frac{2 * R_t}{(b + Dt)} \quad (2)$$

Na equação acima, “ R_t ” corresponde ao consumo total de mão de obra, “ Dt ” ao prazo total da obra, “ b ” ao prazo da obra no qual houve um consumo estabilizado de recursos e “ $R_{m\acute{a}x}$ ” ao consumo de recursos durante o período de consumo máximo desta. Isolando-se “ $R_{m\acute{a}x}$ ”, o qual define o valor de agregação nos meses referentes ao período de estabilidade da curva, tem-se a equação 2.

Nas quatro curvas, o “ Dt ” e o “ R_t ” são constantes para a mesma obra. A variável é “ b ”, esta corresponde à diferença entre o fim (t_f) e o início do período de agregação (t_i). Os valores de “ t_i ” e “ t_f ” são definidos para cada curva segundo a tabela 1:

Tabela 1 - Período de Estabilidade em Relação ao Prazo da Obra

Curvas	t_i	t_f	Curvas	t_i	t_f
Curva 1	$Dt/3$	$5Dt/6$	Curva 3	30% de Dt	80% de Dt
Curva 2	40% de Dt	70% de Dt	Curva 4	50% de Dt	60% de Dt

Fonte: adaptado de HEINECK (1989).

Os valores de início e fim do período de estabilidade nas curvas de agregação de recursos são, então, definidos em relação ao prazo total da obra.

Após definir o “ $R_{m\acute{a}x}$ ”, são calculados os valores dos consumos para cada mês contido nos trechos de crescimento e decréscimo de mão de obra. Partindo-se do princípio que

há comportamento linear nesses trechos, os valores do período de crescimento foram definidos pela equação 3 e os do período de decréscimo pela equação 4.

$$Rn = \frac{Rmáx}{ti} * x \quad (3) \quad \text{e} \quad Rn = \frac{Rmáx}{(Dt - tf)} * (Dt - x) \quad (4)$$

“Rn” é o valor de agregação de mão de obra do período calculado, e “x” o período em questão. Portanto, cada curva foi calculada em quatro passos, (i) definir qual o “ti” e “tf” da curva; (ii) calcular o “Rmáx”, tem-se, então, o valor de agregação dos meses do período de estabilidade; (iii) calcular os valores de agregação de mão de obra, para cada mês no período de crescimento através da equação 3 e (iv) na equação 4 calcula-se os valores de agregação dos recursos, para o período de decréscimo e pode-se traçar as curvas.

4.3 Critério de análise e escolha da curva de agregação “padrão” de mão de obra

A análise dos dados ocorreu de forma comparativa entre os valores de cada curva e os valores no histograma planejado, verificando a variação entre estes.

A variação de homem-hora das curvas de agregação de recursos em relação ao histograma planejado foi feita a partir da subtração – em cada mês – da quantidade de homem-hora planejada pela quantidade obtida em cada curva. Em seguida, calculou-se a variação por período (crescimento, estabilidade e decréscimo) dos recursos.

Determinou-se que, em cada período, a curva que obtivesse a menor variação seria a mais próxima do real. E a que apresentasse menor variação em mais de um período seria a mais apropriada para a obra durante todo o prazo desta.

A curva que apresentasse menor variação na maior quantidade de períodos, somando todas as obras, seria escolhida como a curva “padrão” de agregação.

4.4 Determinação do índice de produtividade (IP) da mão de obra

O índice de produtividade de mão de obra, usualmente, estabelece a quantidade de homem-hora necessária para realizar uma unidade de qualquer serviço.

Neste estudo, entretanto, o objetivo era definir um índice geral para cada obra e, posteriormente, a média entre estes, para assim ser usada na equação geral da curva de agregação, pois “Rt” e “At” já são conhecidos. Utilizou-se, então, a unidade de m² e calculou-se a quantidade de homem-hora necessária para a execução de um metro quadrado de área construída, conforme equação (5):

$$IP = \frac{Rt}{At} \quad (5)$$

4.5 Equação para elaboração de histograma pela curva de agregação de mão de obra

A partir da definição da curva de agregação de mão de obra padrão e do cálculo da média entre os índices de produtividade (da obra), foi possível a elaboração de uma equação geral, a qual permite a montagem de uma curva de agregação de mão de obra para construções de edificações com múltiplos pavimentos.

Conhecendo-se o “ti” e “tf” definidos pela curva escolhida e o (IP), tem-se, a partir da equação 2, que:

$$R_{m\acute{a}x} = \frac{2 * At * IP}{(tf - ti + Dt)} \quad (6)$$

“At” corresponde a área construída da obra e “IP” é o índice de produtividade pré-definido. A duração da obra, “Dt”, é definida pelo planejador. Os valores dos meses do período de crescimento e decréscimo podem ser calculados, após a definição do “Rmáx” pelas equações 3 e 4, respectivamente.

5 RESULTADOS DA APLICAÇÃO

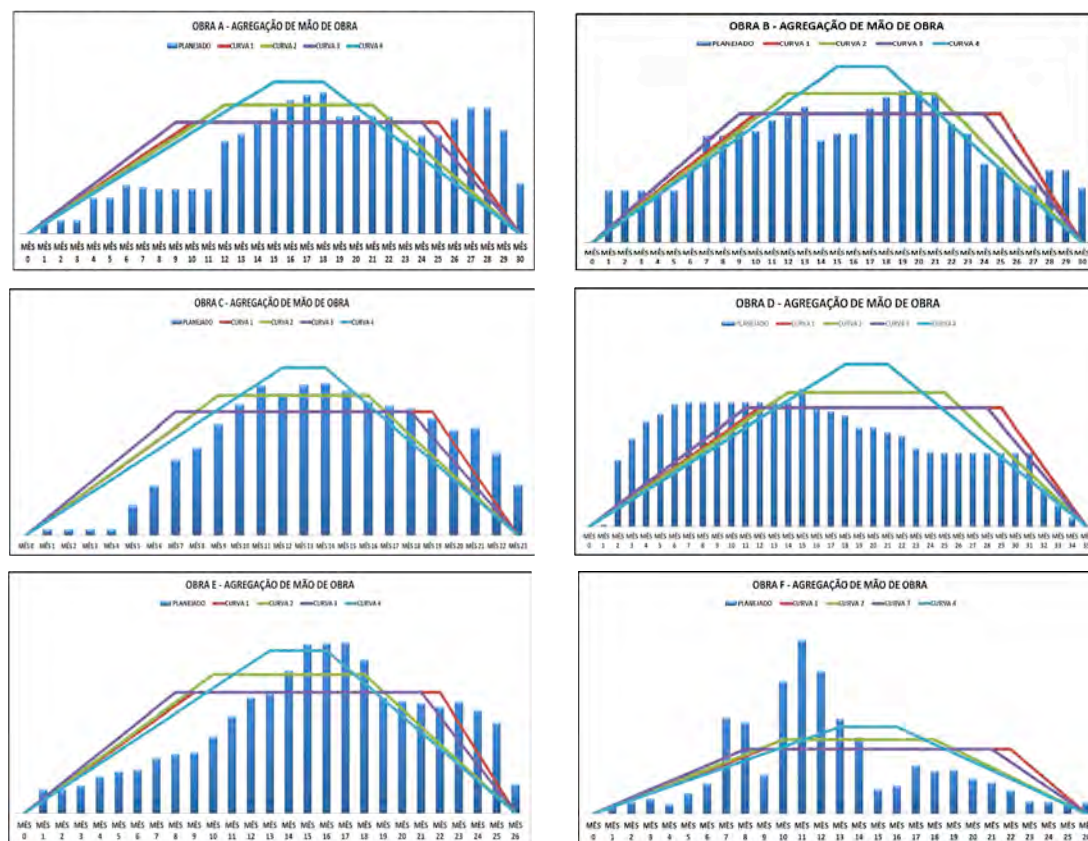
5.1 Descrição das obras

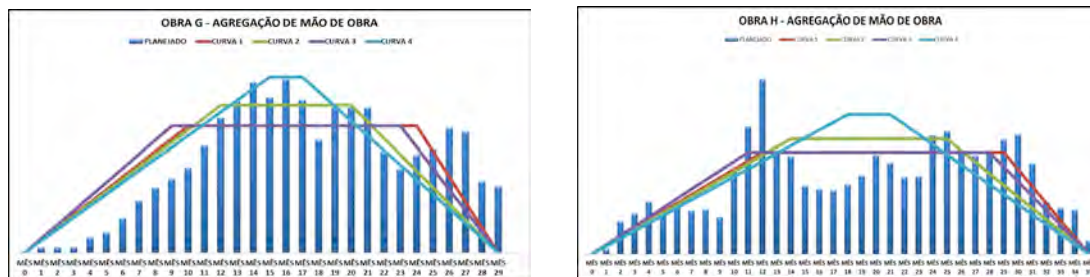
Foram pesquisadas obras de incorporação imobiliária verticais de múltiplos pavimentos, com finalidade residencial e comercial executadas por construtoras diferentes.

5.2 Elaboração dos histogramas e curvas de agregação de mão de obra

Seguindo a metodologia proposta neste artigo, elaborou-se as curvas de agregação de mão de obra, onde obteve-se os gráficos com os recursos, ver a figura 3.

Figura 3 – Gráficos de recursos das obras e curvas teóricas





Fonte: Autores (2015)

5.3 Análise dos dados e escolha da curva “padrão” de agregação de mão de obra

Na figura 4, verifica-se de forma simplificada qual a curva teórica apresentou o melhor desempenho, ou seja, menor desvio e qual teve o pior desempenho – maior desvio.

Figura 4 - Melhor e pior resultado por período de cada obra

MELHORES RESULTADOS	OBRA A			OBRA B			OBRA C			OBRA D			OBRA E			OBRA F			OBRA G			OBRA H			RESULTADOS
	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	
CURVA 1		X	X			X	X	X	X						X		X	X	X	X	X	X	X	X	12
CURVA 2									X						X					X					2
CURVA 3	X				X					X		X	X	X	X									X	7
CURVA 4				X							X														2

PIORES RESULTADOS	OBRA A			OBRA B			OBRA C			OBRA D			OBRA E			OBRA F			OBRA G			OBRA H			RESULTADOS
	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	C	E	D	
CURVA 1				X				X												X					3
CURVA 2							X			X	X								X			X	X		6
CURVA 3		X																							1
CURVA 4	X		X	X	X			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				X	14

C	Crescimento
E	Estabilidade
D	Decréscimo

Fonte: Autores (2015)

Portanto, conclui-se que a curva de agregação de mão de obra numerada como “curva 1”, a qual admite que o início do período de estabilidade da curva de agregação é equivalente a 1/3 do prazo da obra e o final, em 5/6, tem maior proximidade com a realidade de um histograma de mão de obra planejado, pois possui o maior número de trechos com menores variações.

5.4 Determinação do índice de produtividade da mão de obra

Foi definido um “IP” médio, a partir da equação (5), este índice médio servirá de referência para cálculos posteriores, conforme a tabela 2.

Tabela 2 - Índice de produtividade médio

Obra	MO (hh)	AC (m ²)	IP(hh/m ²)	Obra	MO (hh)	AC (m ²)	IP(hh/m ²)
A	502.381,44	24.534,27	20,48	E	519.821,28	23.033,68	22,57
B	243.492,48	10.103,75	24,10	F	271.312,42	10.153,42	26,72
C	638.709,00	37.726,13	16,93	G	357.958,66	31.557,41	11,34
D	638.953,92	23.329,96	27,39	H	1.370.780,93	53.066,68	25,83
Índice de Produtividade Médio = 21,92 hh/m²							

Fonte: Autores (2015)

5.5 Equação para elaboração de histograma pela curva de agregação de recursos

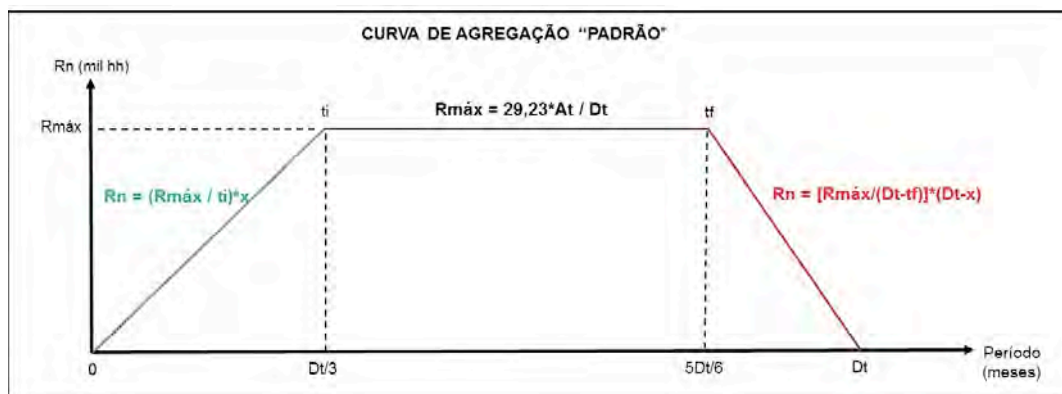
Para a elaboração do histograma, utilizou-se a equação 5 como base. IP foi definido pela média dos índices de produtividade no valor de 21,92 hh/m². O prazo total da obra, “Dt”, precisa ser definido pelo planejador. A duração do período de estabilidade, “b”, nada mais é, que a subtração entre “tf” e “ti” que são definidos pela curva 1 – a qual foi escolhida como a que apresenta a menor variação dentre as quatro curvas estudadas nesse trabalho.

A curva 1 é uma proposta defendida por Heineck, na qual o início do período de estabilização dá-se após 1/3 do prazo da obra ser concluído e tem seu fim em 5/6, começando a partir de então o período de redução de mão de obra. Ou seja, ti equivale a Dt/3 e tf, a 5Dt/6. Substituindo os valores definidos na equação 6 que permite a elaboração da curva de agregação de mão de obra, precisando apenas conhecer a área construída do projeto e definir um prazo para a execução da obra.

$$R_{m\acute{a}x} = \frac{29,23 * At}{Dt} \quad (6)$$

A curva de agregação “padrão” de mão de obra definida está ilustrada na figura 5.

Figura 5 – Curva de agregação de mão de obra “padrão”



Fonte: Autores (2015)

6 DISCUSSÕES

O objetivo principal do trabalho era a definição de uma equação matemática que possibilitasse a montagem de histogramas de mão de obra na ausência de planejamento. Tal equação baseou-se na teoria de curvas de agregação de recursos, aplicando-a, apenas no nível de mão de obra.

A proposta de HEINECK (1989) de que a agregação de recursos de uma obra cresce linearmente até 1/3 do prazo total da obra, quando tende a estabilizar-se, até atingir 5/6 do prazo, no qual passa a ocorrer a desapropriação linear de recursos até o mês final foi a que apresentou menor diferença em relação ao histograma planejado das obras, denominada “curva 1”.

A partir dos dados das oito obras, calculou-se um índice de produtividade. Aliada a curva 1 como referências, foi possível a elaboração da equação, que permite a montagem do histograma de mão de obra a nível conceitual.

REFERÊNCIAS

A PRODUTIVIDADE DA CONSTRUÇÃO CIVIL BRASILEIRA. Brasília, Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2002.

GIL, Antonio Carlos. Como elaborar projetos de pesquisa. 3a ed. São Paulo: Atlas, 1991. 159 p.

HEINECK, L. **Curvas de Agregação de Recursos no Planejamento e Controle da Edificação – Aplicações a obra e a Programas de Construção.** CE-31/89. Curso de Pós Graduação em Engenharia Civil, UFRGS. Porto Alegre, 1989.

KIM, Y.; BALLARD, G. **Earned value method and customer earned value.** 2001. In: KERN, Andrea Parisi. **Proposta de um planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção.** Porto Alegre, 2005. 75p.

NEALE, H.; NEALE, D. **Construction planning.** 1989. In: MINARI JUNIOR, Carlos Francisco. **Influência do custo da produção no fluxo de caixa de obras de edificações.** UFSC, CCET, PPGCC. São Carlos, 2009. 64p.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

COMPOSIÇÃO DE CUSTOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL UTILIZANDO PRINCÍPIO DE CUSTEIO POR ABSORÇÃO E MÉTODO ABC

GOMES NETO, J. A. (1); SANTOS, C. M S. (2)

(1) Universidade Federal da Paraíba, e-mail: jaugustogn@hotmail.com (2) Instituto Federal de Educação
Ciência e Tecnologia da Paraíba, e-mail: cicero_marciano@yahoo.com.br

RESUMO

A indústria da construção possui papel de suma importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil, empregando muitos trabalhadores, a maior parte sem qualificação, sendo seu ponto forte o efeito multiplicador na economia. Todavia, na construção, nem sempre é dada a devida atenção em relação ao orçamento, bem como ao controle dos custos. Com isso, este trabalho tem como objetivo aplicar o método de custeio ABC, na composição de custos dos serviços de reboco e chapisco, para atribuir além dos custos diretos, os custos indiretos e despesas, ou seja, trabalhando a composição de custos, conforme a lógica do princípio de custeio por absorção. Para tal, esse estudo foi elaborado por meio de dados coletados em duas obras situadas na cidade de Monteiro – PB, uma residencial multifamiliar e comercial com área construída de 914,95m², e de outra residencial multifamiliar com 903m² de área construída. Com isso, foi possível identificar como peculiaridades dos canteiros de obras e políticas administrativas, conseguem influenciar o comportamento dos custos na execução desses serviços, como também, identificar, classificar e rastrear os custos dos serviços analisados.

Palavras chaves: Reboco e Chapisco, Direcionadores de Recurso, Composição Unitária;

ABSTRACT

The construction industry has an extremely important role in economic and social development of Brazil, employing many workers, mostly unskilled, with its strong point multiplier effect on the economy. However, construction is not always given due attention in relation to the budget and the control of costs. Therefore, this paper aims to apply the costing method ABC, the cost composition of plaster and roughcast services, to assign in addition to direct costs, indirect costs and expenses, which is, working the cost composition as the logic of the absorption costing principle. To this end, this study was conducted using data collected in two works located in the city of Monteiro - PB, one multi-family residential and commercial with built area of 914,95m², and other residential multifamily with built area of 903m². Thus, it was possible to identify as peculiarities of construction sites and administrative policies, can influence the behavior of costs in the performance of such services, as well as, identify, classify and trace the costs of the services reviewed.

Keywords: plaster and roughcast, Drivers of Appeal, United Composition;

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção possui papel de suma importância no desenvolvimento econômico e social do Brasil, empregando muitos trabalhadores, a maior parte sem qualificação, sendo seu ponto forte o efeito multiplicador na economia. Todavia, na construção, nem sempre é dada a devida atenção em relação ao orçamento, bem como ao controle dos custos. Este descaso, conforme VIEIRA NETO (1993) cria dificuldades financeiras e chega a ser o motivo pelo qual algumas empresas tornam-se insolventes.

Corroborando com esse descaso, na construção civil, a gestão de custos trabalha seguindo a lógica do princípio de custeio variável, onde os custos diretos (matéria-prima, mão-de-obra e

equipamentos) constituem a composição de custos dos serviços executados nos canteiros de obras. Com isso, os custos indiretos e as despesas são negligenciados nessas composições, o que compromete a tomada de decisão, durante a execução da obra, a exemplo da terceirização de serviços, que tem sua análise de viabilidade econômica comprometida, uma vez que a composição de custos apresenta apenas os custos diretos (SANTOS, 2010). Diante desse contexto, o presente artigo, tem como objetivo, aplicar o método de custeio ABC, na composição de custos dos serviços de rebolo e chapisco, para atribuir além dos custos diretos, os custos indiretos e despesas, ou seja, trabalhando a composição de custos, conforme a lógica do princípio de custeio por absorção.

2. ESTRUTURA TEÓRICA

Esta seção trata da base teórica deste artigo, que é composta pelos seguintes temas: formação dos custos na construção civil, Sistemas de Custeio e método de custeio ABC, com o intuito de proporcionar base teórica metodológica para desenvolver a pesquisa.

2.1 Formação dos custos na construção civil

Segundo DUBOIS, KULPA e SOUZA (2009) o custo é todo gasto com bens ou serviços para confecção de outro novo bens ou serviço. LAURIA (2008) diz que “a empresa deve ter clareza dos custos incidentes na produção ou prestação de serviços, como forma de garantir o sucesso do empreendimento”.

Segundo o autor do esquema a seguir os custos das empresas de construção civil são separados em dois grandes grupos:

- a) Custos empresariais, originados do sistema de administração central da empresa (referem-se aos custos de manutenção do escritório central);
- b) Custos de produção, originados dos sistemas de produção (referem-se às obras).

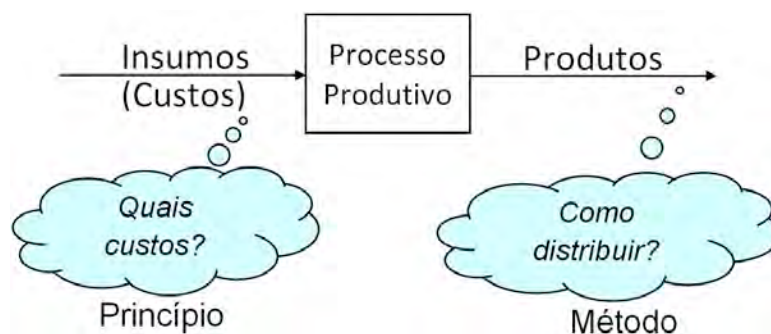
BORNIA (2010) fez a definição de diversos termos utilizados na gestão de custos:

- a) Matéria-prima: está relacionado com os materiais integrantes do produto acabado que podem ser relacionados a ele de forma conveniente;
- b) Mão-de-obra: Custos (salários + encargos) do trabalho humano relacionado com à fabricação do produto;
- c) Equipamentos: compreendem todos os equipamentos fixos ou móveis, além das ferramentas, necessários à execução da obra;
- d) Custos diretos: são os que podem ser apropriados diretamente aos produtos. Por exemplo: custos de energia elétrica, água, telefone, alimentação, materiais de limpeza, etc.;
- e) Custos indiretos: aqueles que não possuem relação direta com o produto. Logo, são os que possuem maior dificuldade em serem mensurados.

2.2 Sistemas de custeio

Os sistemas de custeio são utilizados de forma a adotar a metodologia capaz de acumular os custos por produtos A Figura 2 é uma combinação conveniente de princípios e métodos de custeio e deve ser estabelecida de maneira a possibilitar a obtenção das informações necessárias na organização.

Figura 1 – Esquema de funcionamento de um Sistema de Custeio



Fonte: BORNIA (2010)

BORNIA (2010) comenta que os princípios e métodos são essenciais no sistema de custeio, uma vez que o princípio norteia o tratamento das informações, enquanto o método operacionaliza o princípio. Dessa forma, define-se como princípio de custeio o tipo de informação com a qual trabalha-se para alocar os custos aos produtos, podendo ser os custos fixos, variáveis ou ambos. Classificam-se os princípios de custeio em:

- Princípio de Custeio Variável** - Este considera que apenas os custos classificados como variáveis são relacionados aos produtos e os custos fixos são considerados custos do período.
- Princípio de Custeio por Absorção Total** - Utiliza como informação tanto os custos fixos como os variáveis.
- Princípio de Custeio por Absorção Ideal** - Utiliza os custos fixos e variáveis, mas são desconsiderados os desperdícios ao relacionar os custos aos produtos.

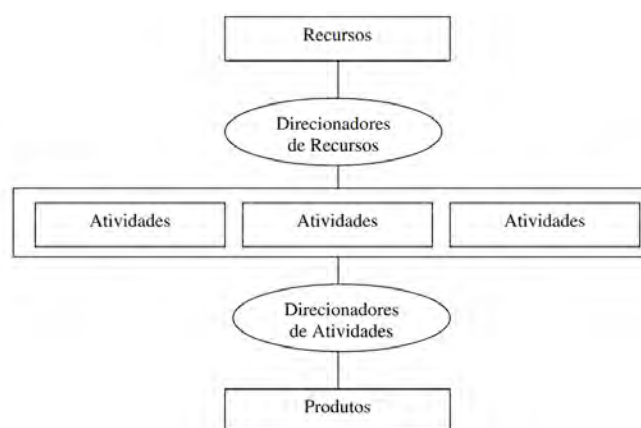
Em síntese, pode-se dizer que a diferença básica entre os três tipos de princípios de custeio está no tratamento dado aos custos fixos. Da mesma forma, MARTINS (2003) admite que o custeio por absorção parcial tenha condições de fornecer informações mais adequadas para uma análise de longo prazo, ao passo que o custeio direto ou variável é o princípio mais adequado em decisões de curto prazo, quando seus custos se tornam extremamente relevantes. Neste sentido, BORNIA (2010) explica que o custeio integral é usado para atender às exigências do controle físico quanto à avaliação de estoques.

Para formar um sistema de custeio deve-se associar um método de custeio, esses métodos classificam-se como tradicionais e métodos de gestão de custo. Os tradicionais apresentam pouca relevância com relação a tomada de decisão e controle gerencial, dentre os métodos consagrados na literatura destacam-se o rateio simples, RKW e o custo padrão, O custo padrão também conhecido com target cost é amplamente utilizado pelas empresas de construção civil, tendo em vista que o mesmo está associado ao princípio de custeio variável. Já com relação aos métodos de gestão de custos, se destacam o ABC e UEP, esses métodos, apresentam maior acurácia com relação a apuração, sobretudo, dos custos indiretos, seguindo a lógica do custeio por absorção, com isso, de acordo com os anseios dessa pesquisa, foi adotado o método de custeio ABC.

2.3 Método de custeio ABC

No entendimento de NAKAGAWA (2009) o Custeio Baseado em Atividades – ABC, tem como objetivo “rastrear” custos para que seja possível uma análise e monitoramento dos recursos apontados como as atividades, e após para produtos e serviços. A Figura 1 ilustra o Sistema do Custeio ABC.

Figura 2 – Ilustração do Modelo ABC



Fonte: Adaptado de NAKAGAWA (2009)

Já para FARIA e COSTA (2010), o método de custeio baseado em atividades, aponta as atividades conexas a um produto ou serviço e procura identificar quais foram os recursos que a atividade consumiu, adotando os diversos direcionadores de custos.

No entendimento de MARTINS (2008) “para atribuir custos às atividades e aos produtos utilizam-se de direcionadores” e completa “há que se distinguir dois tipos de direcionadores: ... direcionador de custos de recursos, e os ...direcionadores de custos de atividades”. Logo, o primeiro aponta com as atividades gastam recursos e é utilizado para dar custo as atividades. E o segundo associa-se ao modo como os produtos consomem atividades e é utilizado para custear produtos.

O princípio básico da metodologia ABC segundo BORNIA (2010) é identificar e estudar os custos oriundos das mais diferentes atividades dentro de uma empresa para só assim avaliar a relação existente entre produtos e atividades. É um procedimento muito semelhante ao método dos centros de custo, visto que esse processo também designa os custos aos produtos por meio de bases de relação.

Entre o método ABC e o sistema tradicional de custo existe uma grande disparidade que se encontra na adoção de direcionadores de custos. Os mesmos são responsáveis pela exatidão do sistema, ao ponto que a precisão com os números auxilia para um maior acerto na tomada de decisão. (NAKAGAWA, 2009)

Conforme RAMJI (2011) o Método de Custeio ABC ao destacar os gastos com as atividades, permite a verificação sem intervalos das atividades que agregam valor e das que não agregam valor, fato este que possibilita uma certa facilidade em decisões sobre a gestão de custos, logo, a redução dos mesmos.

3. METODOLOGIA

A presente pesquisa é descritiva, explicativa e participante, viabilizada por meio do levantamento de campo. A amostra foi a não probabilística e intencional, ou seja, dirigiu-se a pesquisa para um estudo de caso, tendo em vista, o pequeno número de obras com volume de produção expressivo, e, compatível com os anseios da pesquisa.

A pesquisa foi conduzida em duas obras situadas na cidade de Monteiro (Cariri Ocidental Paraibano) distante 305 km da Capital João Pessoa. Trata-se da construção de um residencial multifamiliar e comercial com área construída de 914,95m², definida como Obra 1 no desenvolvimento do trabalho e de outro residencial multifamiliar com 903m² de área construída, definido como Obra 2. Durante a coleta de dados as mesmas encontravam-se na

fase de acabamento e contavam com nove e sete colaboradores em seu quadro de efetivos, respectivamente.

Os objetos da pesquisa foram os serviços de chapisco e reboco em massa única. A escolha desses serviços se deu em função da sua execução ser concomitante a coleta de dados. Logo, após a coleta de dados os mesmos foram formatados em tabelas para identificação e classificação de todas as atividades desenvolvidas para confecção de uma unidade de serviço, como também a identificação de todos os direcionadores de recursos e a aferição do tempo de execução.

4. ESTUDO DE CASO

Nesta seção serão apresentados os resultados obtidos por meio da pesquisa de campo. O primeiro passo foi definir o dicionário de atividades referente aos serviços de chapisco e reboco em massa única e medir o tempo de cada atividade listada. A partir desse dicionário, foi indicado para cada atividade seu respectivo direcionador de recurso. Na sequência, foi efetuado o rastreamento dos recursos utilizados, para executar cada atividade durante a execução dos serviços, sejam esses recursos objetos de custo direto ou indireto. Com isso, pode-se utilizar o Método ABC e atribuir o custo de cada atividade à composição unitária, como pode-se observar no Quadro 1, que apresenta a composição do serviço de chapisco referente a Obra 1.

Quadro 1 – Composição unitária do serviço de chapisco da Obra 1

Nº	Descrição das Atividades	Direcionadores de Recursos	Tempo	Custo (R\$)	%
1	Transporte do cimento	Distância percorrida	1:30	0,18	3,61
2	Transporte da areia	Distância percorrida	1:30	0,18	3,61
3	Confecção da argamassa	Volume de produção	4:00	1,63	32,73
4	Transporte da argamassa	Distância percorrida	2:00	0,23	4,62
5	Aplicação da argamassa	Volume aplicado	3:00	0,46	9,24
6	Limpeza do local	Área executada	3:00	0,35	7,03
TOTAL				3,03	
Taxa e Impostos				0,78	15,66
Segurança Individual e Coletiva				0,01	0,20
Mão de Obra Indireta				1,16	23,29
TOTAL GERAL				4,98	100

No processo tradicional de composição unitária, não se tem a descrição de cada atividade e o quanto cada uma representa na composição final, nem tão pouco são alocados custos indiretos e despesas. Existe uma lista de insumos que são atribuídos por meio de apropriação de custos, revistas especializadas e bases genéricas “TCPO” (Tabelas para Composições de Preços Unitários). Essas composições, mesmo sendo obtidas por meio de apropriação *in loco* de obras similares, contemplando dessa forma a cultura e técnicas das próprias empresas, ainda sim, apresentam falhas, pois, não levam em consideração o *layout* e outras particularidades inerentes ao próprio canteiro de obras, é o que pode ser observado no Quadro 2 que apresenta a composição unitária do serviço de reboco aferido na Obra 1.

Quadro 2 – Composição unitária do serviço de reboco da Obra 1

Nº	Descrição das Atividades	Direcionadores de Recursos	Tempo	Custo (R\$)	%
1	Aplicação das mestras	Número de mestras	1:30	0,54	2,81
2	Nivelamento com prumo	Tempo de execução	0:10	0,03	0,16
3	Transporte do cimento	Distância percorrida	0:20	0,04	0,21
4	Transporte da areia	Distância percorrida	1:30	0,18	0,94
5	Transporte do arenoso	Distância percorrida	1:30	0,18	0,94
6	Confecção da argamassa	Volume de produção	7:00	5,48	28,47
7	Transporte da argamassa	Distância percorrida	3:00	0,35	1,82
8	Aplicação da argamassa	Volume aplicado	12:00	1,83	9,51
9	Nivelamento com régua	Área executada	3:00	0,46	2,39
10	Acabamento com desempoladeira	Área executada	4:00	0,61	3,17
11	Limpeza do local	Área executada	2:00	0,23	1,19
TOTAL				9,93	
Taxa e Impostos				3,90	20,26
Segurança Individual e Coletiva				0,04	0,21
Mão de Obra Indireta				5,38	27,95
TOTAL GERAL				19,25	100

No quadro acima pode-se observar a composição unitária do serviço de reboco executado na Obra 1, onde em sua composição identifica-se rapidamente o padrão da mesma quando nota-se que o total dos custos diretos se destacam e os indiretos não são tão expressivos. Nos quadros a seguir serão analisados os serviços de chapisco e reboco da Obra 2.

Quadro 3 - Composição de unitária do serviço de chapisco da Obra 2

Nº	Descrição das Atividades	Direcionadores de Recursos	Tempo	Custo (R\$)	%
1	Transporte do cimento	Distância percorrida	1:30	0,18	2,27
2	Transporte da areia	Distância percorrida	1:30	0,18	2,27
3	Confecção da argamassa	Volume de produção	3:00	3,78	47,67
4	Transporte da argamassa	Distância percorrida	2:00	0,23	2,90
5	Aplicação da argamassa	Volume aplicado	2:30	0,38	4,79
6	Limpeza do local	Área executada	3:00	0,35	4,41
TOTAL				5,10	
Taxa e Impostos				0,98	12,36
Segurança Individual e Coletiva				0,04	0,50
Mão de Obra Indireta				1,81	22,82
TOTAL GERAL				7,93	100

Pode-se observar rapidamente uma grande diferença na composição unitária dos serviços na obra 2 em relação a obra 1. Principalmente com relação ao custo de mão de obra indireta. Como pode-se observar no quadro a seguir.

Quadro 4 – Composição unitária do serviço de reboco da Obra 4

Nº	Descrição das Atividades	Direcionadores de Recursos	Tempo	Custo (R\$)	%
1	Aplicação das mestras	Número de mestras	1:30	0,54	2,30
2	Nivelamento com prumo	Tempo de execução	0:10	0,03	0,13
3	Transporte do cimento	Distância percorrida	0:20	0,04	0,17
4	Transporte da areia	Distância percorrida	1:30	0,18	0,77
5	Transporte do arenoso	Distância percorrida	1:30	0,18	0,77
6	Confecção da argamassa	Volume de produção	4:00	5,05	21,50
7	Transporte da argamassa	Distância percorrida	2:00	0,23	0,98
8	Aplicação da argamassa	Volume aplicado	13:00	1,99	8,47
9	Nivelamento com régua	Área executada	3:00	0,46	1,96
10	Acabamento com desempenadeira	Área executada	4:00	0,61	2,60
11	Limpeza do local	Área executada	2:00	0,23	0,98
TOTAL				9,54	
Taxa e Impostos				4,74	20,18
Segurança Individual e Coletiva				0,18	0,77
Mão de Obra Indireta				9,03	38,44
TOTAL GERAL				23,49	100

Para melhor visualização do processo de comparação das duas obras foi desenvolvido um quadro resumo (Quadro 5) que confronta os dados dos serviços de chapisco e reboco das obras 1 e 2, focando nas diferenças de percentuais de custo direto, indireto e despesas que formam o preço total dos serviços em estudo.

Quadro 5 – Quadro resumo

Serviço	Composição	Obra 1	Obra 2
Reboco	Custo Direto	51,28%	41,61%
	Custo Indireto	27,95%	38,44%
	Despesas	20,47%	20,95%
		100,0%	100,0%
Chapisco	Custo Direto	60,84%	64,31%
	Custo Indireto	23,29%	22,82%
	Despesas	15,86%	12,86%
		100,0%	100,0%

Analisando o Quadro 5, com relação ao serviço de reboco, observa-se que em função de políticas administrativas a obra 2, apresenta um maior percentual de custos indiretos, em

contrapartida os custos diretos incidem menos em função do investimento em inovações tecnológicas, política de segurança e maior controle gerencial. Todavia, não se observa tantas variações entre as obras quando tratamos do serviço de chapisco, isso se deve a simplicidade do processo de execução desses serviços que requer pouco recursos e controle gerencial.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta pesquisa, foi possível observar que mesmo com as empresas do setor da construção civil tradicionalmente trabalhando suas composições de custos seguindo a lógica do custeio variável, com o método de custeio ABC, foi possível adotar o princípio de custeio por absorção e com isso, alocar os custos indiretos e despesas as composições de custo.

Foi possível identificar como peculiaridades dos canteiros de obras e políticas administrativas, conseguem influenciar o comportamento dos custos na execução desses serviços. As composições seguindo a lógica do custeio por absorção devem ajudar na tomada de decisão uma vez que apresentam todos itens de custos necessários a execução dos serviços sejam eles custos direto, indiretos ou despesas de canteiro. Com a combinação do método de custeio ABC e o princípio de custeio por absorção, além de identificar e classificar os custos, foi possível rastrear os mesmos, sabendo onde cada recurso é alocado, o que pode contribuir para análise e otimização de processo.

Enfim, essa prática é recomendada em função, de sua contribuição para o controle gerencial e tomada de decisão, sendo a mesma, difundida entre os serviços mais representativos da obra, tendo em vista das dificuldades encontradas, sobretudo, no levantamento dos dados e de compreender que alguns serviços, em função da simplicidade de sua execução não requerer maior precisão, ao analisar o serviço de chapisco podemos constatar esse fato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos**. 3. ed. São Paulo: Atlas, 2010.
- CABRAL, Eduardo C. C. **Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação**. 1988. 106 f. Tese (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- DUBOIS, Alexy; KULPA, Luciana; SOUZA, Luiz Eurico. **Gestão de Custos e Formação de Preços**. Editora Atlas, 2009.
- FARIA, A. C. de, COSTA, M. F. G. **Gestão de Custos Logísticos**. 1ª Ed., São Paulo: Atlas, 2010.
- LAURIA, Luciano Carlos. **Gestão Estratégica de Custos**. In: Finanças Corporativas: teoria e prática empresarial no Brasil. Elsevier Editora, 2008.
- MARTINS, Eliseu. **Contabilidade de custos**. 9.ed. São Paulo: Atlas, 2008.
- NAKAGAWA, M. **ABC: Custeio Baseado em Atividades**. 2 ed. São Paulo: Atlas, 2009.
- RAMJI, Meena. **Total Cost Management and its Relevance in Current Day Business Scenario**. The Management Accountant, Official Organ of the Institute of Cost and Works Accountants of India, Volume 46, No. 7, The Institute of Cost and Works Accountants of India, New Delhi, India, 2011.
- SANTOS, C. M. S. **Análise dos Indicadores do TCPO e de Empresas Construtoras de Edificações Verticais Utilizados na Elaboração de Orçamentos Por Empresas de João Pessoa**. João Pessoa/PB, 2010, Dissertação de Mestrado em Engenharia de Produção. Universidade Federal da Paraíba.
- VIEIRA N. A. **Construção Civil & Produtividade: ganhe pontos contra o desperdício**. São Paulo: Editora Pini, 1993.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GERENCIAMENTO DE RISCO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: TEORIA X PRÁTICA

SANTOS, Rúbia Bernadete Pereira dos (1); ISATON, Camila (2); JUNGLES, Antônio Edésio (3); SILVA JUNIOR, Ovidio Felipe Pereira da (4)

(1) UFSC, tel. (47) 9121-9829, e-mail: rubiabpds@gmail.com (2) UFSC, e-mail: camila.isaton@pucpr.br, (3) UFSC, e-mail: ajungles@gmail.com, (4) UNIVALI, e-mail: ofelippe@univali.br

RESUMO

A construção civil possui algumas peculiaridades em seus empreendimentos, caracterizando-os como singulares, temporários, fragmentados, multidisciplinares e dinâmicos. Tais distinções tornam o gerenciamento de risco uma competência chave, uma vez que o gerenciamento permite identificar, prever e avaliar as consequências dos riscos, auxiliando no processo de tomada de decisão eficaz. Neste sentido, esta pesquisa visa comparar as recomendações da literatura com as indicações das boas práticas de mercado e a realidade de uma construtora de médio porte. Com este intuito, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, uma comparação com as sugestões do Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI, 2013), com a norma ISO 9001:2009 e por fim, um estudo de caso em um grupo empresarial de médio porte da construção civil. Por meio desta avaliação, identificou-se uma lacuna entre as ações previstas como adequadas e o que tem sido realizado pelas empresas.

Palavras chaves: Gerenciamento de risco, Diretrizes, Indústria da construção.

ABSTRACT

Civil construction has some peculiarities in its enterprises, characterizing them as unique, temporary, fragmented, multidisciplinary and dynamic. Because of this distinctions risk management is a key competency, allowing us to identify, predict and evaluate the risks consequences, supporting effectively the decision-making process. In this way, this research aims to reach a systematic review of the literature, with indications of good market practices and the reality of a medium-sized construction company. To this end, we carried out comparison with the suggestions of the Project Management Institute (PMI, 2013) and the ISO 9001: 2009, and finally, a case study in a business group of medium-sized construction. Through this evaluation, we identified a gap between the actions provided as appropriate and what has been done by the companies.

Keywords: Risk management, Guidelines, Construction Industry.

1 INTRODUÇÃO

Os empreendimentos da construção civil se caracterizam como únicos, temporários, desenvolvidos em um longo período de tempo, com a presença de diversos atores em momentos pontuais e distintos, em um ambiente de processos dinâmicos e complexos, com forte intensidade financeira (ZOU; ZHANG; WANG, 2007).

Diante deste contexto, Khazaeni, Khanzadi e Afshar (2012) afirmam que estes projetos possuem muitos riscos, principalmente em virtude de sua complexidade e devido à participação de diversos atores no decorrer do desenvolvimento do empreendimento.

Assim, o gerenciamento de risco se apresenta como um mecanismo fundamental para que os efeitos positivos e negativos sejam mapeados, de modo que os objetivos do projeto sejam atendidos com relação ao escopo, cronograma, custo e qualidade.

Contudo, um estudo de caso realizado por Barreto e Andery (2014) em três construtoras nacionais identificou que as empresas brasileiras não possuem procedimentos formais de gerenciamento do risco. Os autores atribuíram a inexistência destas práticas ao porte das empresas, aos recursos limitados e cultura pouco formal das construtoras.

Portanto, o presente artigo tem o objetivo de comparar os processos de gerenciamento de riscos previstos pela literatura, as recomendações de boas práticas do mercado, as normas vigentes e a realidade de uma construtora.

Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática da literatura, estudou-se as recomendações do Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI, 2013) e da ISO 31000:2009. Por fim, foi desenvolvido um estudo de caso a uma construtora de médio porte e foram identificadas lacunas entre a teoria e prática.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Riscos

Os riscos são descritos como um evento ou condição incerta, que ao ocorrer provocam efeitos, positivos e negativos, nos objetivos do projeto (escopo, tempo, custo e qualidade), podendo ter uma ou mais causas, assim como, um ou mais impactos (PMI, 2013).

Enquanto que para a ISO 31000:2009, os riscos são “o efeito das incertezas sobre os objetivos do projeto”. Sendo a incerteza, um estado, parcial ou não, de um evento, onde se tem deficiência de informação e conhecimento, possibilitando a ocorrência e a existência de consequências.

Ambas as referências destacam a natureza incerta dos riscos e os efeitos sobre os objetivos dos projetos. Contudo, enquanto o PMI (2013) apresenta uma visão otimista, descrevendo a possibilidade de impactos positivos, a ISO 31000:2009 relata um viés mais tradicional, baseada na possibilidade de falhas oriundas do desconhecimento.

Os autores Zeng, An e Smith (2007) complementam a visão da ISO 31000:2009, relatando que nos estágios iniciais dos projetos de construção civil, momento em que os riscos são elencados, há poucos dados e informações disponíveis e é comum a presença de falhas humanas na identificação.

Ao realizar estudos tanto na literatura quanto na prática, Hartono et al. (2014), verificaram que a percepção sobre o risco negativo é muito maior. Isto se deve ao impacto que estas falhas causam nas pessoas, que tendem a exagerar na percepção das consequências, desconsiderando a probabilidade de ocorrência.

Em contrapartida, argumenta-se que uma visão mais ampla, considerando os riscos positivos e negativos, trariam maiores benefícios para os negócios, uma vez que não só as falhas seriam mitigadas/eliminadas, mas as oportunidades seriam aproveitadas e poderiam ser convertidas em melhores resultados (LEHTIRANTA, 2014).

2.2 Gerenciamento de Riscos

O gerenciamento de riscos é uma forma sistemática de identificar, analisar e lidar com os riscos associados aos objetivos dos projetos de construção civil, sendo eles: tempo, custo, qualidade, segurança e sustentabilidade ambiental, assim afirma Zou, Zhang e Wang (2007).

Segundo o PMI (2013) o gerenciamento de risco visa maximizar a probabilidade e as consequências dos eventos positivos, além de minimizar a ocorrência e as implicações de eventos adversos que possam vir a incidir sobre as finalidades do projeto.

Quando adotado o gerenciamento de forma adequada o mesmo traz muitos benefícios para o empreendimento. A ISO 31000:2009 menciona o encorajamento de uma abordagem proativa sobre os riscos, que repercute em uma base confiável para tomada de decisão e planejamento, melhorando a aprendizagem e a resiliência da organização.

No aspecto prático, recomendam-se alguns procedimentos que vislumbram a definição de uma reserva de contingência para atender aos riscos conhecidos, capazes de serem mensurados; e uma reserva gerencial, para aqueles riscos não identificáveis e previstos (PMI, 2013).

Conforme os estudos realizados por Lehtiranta (2014), as pesquisas sobre gerenciamento de riscos assumem uma visão muito restritiva. Onde as organizações em projetos desconsideram que são compostas por muitas empresas, temporariamente, e portanto, partilham de objetivos e responsabilidades, e por consequência dos riscos.

Assim, as abordagens tradicionais, baseadas nas boas práticas de gerenciamentos de projetos tratam os riscos apenas sobre dois aspectos: probabilidade e impacto, considerando a possibilidade de ocorrência de determinado evento e como os riscos impactariam sobre os objetivos do projeto, respectivamente.

Todavia, segundo Taroun (2014) outros enfoques devem ser avaliados, tais como: a interdependência entre os riscos, os fatores de gerenciamento e o impacto posterior à mitigação; o efeito sobre o ambiente; a natureza única dos riscos; a interferência do analista sobre eles; entre outros.

Com relação aos riscos da construção civil, vinculam-se estes geralmente aos processos de: engenharia, execução, fornecimento e gerenciamento de projetos, conforme cita Nieto-Morote e Ruz-Vila (2011). Segundo Taroun (2014), inicialmente se estudava apenas a variação do custo e duração do empreendimento, mas gradualmente tem sido alterada a percepção para outros atributos de projeto.

2.3 Processos para Gerenciamento de Riscos

Os processos para gerenciamento de riscos são expostos de modo similar, tanto pelo PMI (2013), como pela ISO 31000:2009, mas com algumas particularidades. Enquanto que, os procedimentos descritos pela literatura apresentam maior complexidade, com a utilização de métodos matemáticos mais sólidos, conforme descrição abaixo.

As recomendações do PMI (2013) estabelecem a definição de um plano inicial, que define a metodologia e as informações necessárias. Na próxima etapa, são aplicadas as técnicas de identificação dos riscos. Então, faz-se a análise qualitativa e quantitativa e se produz o plano de resposta. Ao longo do projeto ocorre o monitoramento dos riscos.

Enquanto que, segundo a ISO 31000:2009 o procedimento começa com a comunicação e consulta das partes interessadas e se estabelece o contexto ao qual o projeto está inserido. Por conseguinte, realiza-se a identificação, análise, avaliação e o tratamento dos riscos. E o processo é finalizado com o monitoramento e análise crítica.

Deste modo, verifica-se que, apesar de apresentarem nomenclaturas distintas, os procedimentos são similares. Sendo que, a ISO 31000:2009 se distingue por dar uma maior ênfase ao contato com as partes interessadas e estabelecimento do contexto, processos estes entendidos como implícitos na fase de planejamento do PMI (2013).

Com relação a estes processos, alguns autores ponderam sobre sua eficiência. Segundo Lehtiranta (2014), mesmo com o esforço para prever os riscos, não há como garantir que os prioritários sejam elencados. Assim, faz-se necessário o monitoramento das alterações do projeto e identificação os riscos mais relevantes ao longo do tempo.

Embora alguns riscos sejam mais significantes que outros, o sucesso do gerenciamento depende da combinação de todos os processos, atendidos com respostas estratégicas adequadas e pela habilidade da empresa em gerenciá-los, assim afirma Dikmen, Birgonul e Han (2007).

Em complemento a este pensamento, Zwikael et al. (2014) cita que muitas vezes o planejamento dos riscos é superestimado, desconsiderando que as condições e os objetivos do projeto podem ser modificados no decorrer do desenvolvimento do empreendimento, tornando-o ineficaz.

Os mesmos autores relatam que, em projetos de baixo risco, como os de construção civil, o planejamento melhora a eficácia do projeto, ao garantir que as especificações e a necessidades dos clientes sejam atendidas. Entretanto, isto pode reduzir a eficiência do projeto, ao detalhar demasiadamente o tempo e o custo (ZWIKAEEL et al., 2014).

Com relação ao plano de respostas, Zhang e Fan (2014) mencionam que as estratégias de resposta aos riscos são mais eficazes quando obtidas por meio de lições aprendidas, estudos de caso e melhores práticas. Hartono et al. (2014) argumenta que o risco é melhor controlado quando ocorre o planejamento e a coleta das informações é adequada.

No que se refere aos processos de avaliação dos riscos descritos na literatura, descrevem-se a teoria de avaliação fuzzy (FST), utilizada por Dikmen, Birgonul e Han (2007), Khazaeni, Khanzadi e Afshar (2012) e Zwikael et al. (2014), ou a associação da teoria de avaliação fuzzy (FST) com a análise hierárquica do processo (AHP) de Nieto-Morote e Ruz-Vila (2011).

Estas abordagens fazem com que se crie uma lacuna entre a teoria e a prática, uma vez que a literatura enfoca na complexidade da avaliação dos riscos e na inclusão de elementos com base teórica firme e confiável. Enquanto que, os práticos necessitam de ferramentas que atendam rapidamente ao processo de tomada de decisão (TAROUN, 2014).

3 METODOLOGIA

Este artigo é um estudo comparativo entre a literatura, as recomendações de boas práticas do Instituto de Gerenciamento de Projetos (PMI), a ISO 31000:2009 e um estudo de caso em um grupo empresarial de médio porte da construção civil.

A revisão sistemática da literatura foi realizada fundamentada na Lei de Bradford, que diz que os periódicos que produzem um maior número de artigos formam o núcleo de periódicos de maior relevância do tema.

Conforme a análise bibliométrica sobre o tema “gerenciamento de risco na construção civil”, realizado por Azevedo, Ensslin e Jungles (2014), identificou-se que o *Internacional Journal of Project Management* é o periódico de maior produção sobre o assunto e, portanto, o de maior relevância.

O recorte temporal adotado pela pesquisa foi de 10 anos de publicação, contados a partir do ano corrente. Este período é estipulado por corresponder à vida média dos artigos relacionados ao tema engenharia civil, identificada pelo *JCR Science Edition (2011)*.

O termo utilizado para realizar a busca dos artigos no periódico foi “risk”. Assim, foram identificados 32 artigos. Então foi realizada a leitura dos títulos, para verificar a aderência à pesquisa, sendo excluídos 10 artigos.

Na próxima etapa ocorreu a leitura dos resumos, na qual foram selecionados 16 artigos para compor o portfólio da pesquisa. Estes artigos foram elencados por abordarem o assunto gerenciamento de risco na construção civil sobre diferentes percepções.

Para comparar com as informações obtidas na literatura, foram estudadas as recomendações do guia de boas práticas, desenvolvido pelo *Project Management Institute* (PMI, 2013) e a norma vigente internacional ISO 31000: 2009.

Então, foi realizada a comparação entre os conceitos e processos de gerenciamento de riscos, descritos: pela literatura científica, representada pelos artigos; pelas boas práticas de mercado, descrito pelo PMI (2013) e a norma vigente ISSO 31000:2009.

Por seguinte, foi realizado um estudo de caso em um grupo empresarial de médio porte. A seleção desta construtora se deve ao porte da empresa, que permite a identificação de processos estruturados e delimitados. Assim como, a presença de profissionais que atuam em diferentes setores, não caracterizando o domínio familiar.

Para a obtenção das informações, foram realizadas entrevistas semiestruturadas com os representantes dos setores que relacionados aos processos de gerenciamento de riscos, sendo eles: Planejamento Estratégico, Projetos, Orçamento e Controle de Obras, Obras e Qualidade.

Durante as entrevistas, realizadas no último semestre do ano de 2014, foram observadas as atividades desenvolvidas pelos setores e a interação entre eles, com foco na identificação de ações relacionadas ao gerenciamento de risco.

4 ESTUDO DE CASO

O estudo de caso foi realizado em um grupo empresarial de médio porte do subsetor edificações. A construtora possui onze empreendimentos entregues, com uma área construída de aproximadamente 220.000,00 m². Atualmente, possui um quadro de funcionários com cerca de setecentos colaboradores, atuando em sete obras.

Para a obtenção das informações foram entrevistados os setores de Planejamento Estratégico, Projetos, Orçamento e Controle de Obras, Obras e Qualidade. Estes setores exercem as funções de planejamento e acompanhamento da execução do empreendimento, sendo os responsáveis teóricos pelo gerenciamento dos riscos.

Contudo, não foram identificadas evidências de procedimentos formalizados que abordam o gerenciamento dos riscos. Existem apenas algumas ações setorizadas que atuam no acompanhamento das entregas dos documentos do empreendimento, no cronograma, no orçamento e no sistema de controle da qualidade.

Essas práticas são recentes, sendo realizados nos últimos cinco anos, quando iniciaram as atividades de profissionalização da empresa. Portanto, estão em fase de elaboração adequada às necessidades da organização.

O setor de Planejamento Estratégico descreveu seu interesse em desenvolver, no próximo ano, uma metodologia para avaliação de risco no que se refere ao lançamento de um empreendimento, onde seriam estudados itens como a facilidade de venda e a eficácia do uso de determinado terreno.

Os setores mais recentes (com menos de dois anos de atuação) como Orçamento e Controle de Obras e Qualidade, estão coletando e cadastrando os dados da empresa. Contudo, o primeiro ainda está em fase de desenvolvimento de sua metodologia de trabalho, não possuindo uma obra cadastrada que permita a avaliação das informações.

Enquanto que, o setor de Qualidade, que atua buscando informações dos demais setores quanto à realização de suas respectivas atividades, descreve uma resistência pelos colaboradores na inserção de novas práticas e dificuldade no registro de informações, assim como, de tornar explícito (registrar) o conhecimento destes profissionais.

Setores mais tradicionais como Obras e Projetos relatam a dificuldade em incluir novas atividades, pois se encontram sobrecarregados com as atuais. E para a reflexão e registro dos riscos seria necessário demandar tempo para estas atividades.

Este grupo empresarial tem sua origem como uma organização familiar, onde as decisões eram deliberadas pelos proprietários e gerências de Obras e Projetos, sendo um traço fortemente enraizado. Portanto, estes líderes se consideram responsáveis por tomar as decisões baseadas em seus julgamentos subjetivos e intuitivos.

Diante deste contexto, verifica-se resistência no desenvolvimento de processos claros e transparentes para identificação e avaliação dos riscos de forma proativa. Sendo que, os riscos ainda são tratados de modo reativo a sua ocorrência.

5 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O estudo confirmou os relatos de Barreto e Andery (2014) e Azevedo, Ensslin e Jungles (2014) ao identificar uma ampla lacuna entre as metodologias apresentados pela literatura, tanto científica quanto a prática, e o procedimento utilizado pela empresa.

Para a alteração da forma como as organizações gerenciam os seus riscos, faz-se necessário o apoio da alta direção, uma vez que, são estes profissionais que ditam as diretrizes, os valores e regras, a serem utilizadas pela empresa.

A transformação do cenário atual e a inclusão de metodologias estruturadas para gerenciamento dos riscos nas empresas passam por um processo de conscientização dos empresários e donos de construtoras, dos benefícios da modificação das formas de trabalho.

Em contrapartida, cabe aos pesquisadores se dedicarem em buscar soluções, métodos e ferramentas sistemáticas, que melhor atendam as necessidades dos usuários. Considerando, como referência a forma como estes profissionais realizam suas avaliações e o processo de tomada de decisão.

Segundo Taroun (2014) os práticos ignoram as metodologias previstas pela literatura devido à complexidade e onerosidade dos processos de gerenciamento. O autor recomenda o desenvolvimento de ferramentas mais simples de serem aplicadas e que considerem os aspectos cognitivos utilizados para análise dos riscos nas empresas.

Contudo Barber (2005) recomenda cuidado com a simplificação das ferramentas, pois ao estudar nove projetos que utilizavam as normativas australianas. Ele observou que as empresas eram incapazes de mapear e gerenciar os seus riscos internos, uma vez que o foco estava nos processos e seria necessária uma abordagem mais complexa e sensível.

O mesmo autor argumenta que quando os riscos são gerenciados internamente, por metodologias ágeis, estes podem ser conduzidos a respostas mais eficazes, uma vez que, permitem uma análise rápida das alterações ambientais dos projetos e uma resposta rápida aos tomadores de decisão (BARBER, 2005).

Outro aspecto apontado por Liu, Meng e Fellows (2015), é a influência da cultura sobre o gerenciamento dos riscos. Uma vez que, os riscos são identificados com base na percepção de seus analistas. Assim, quanto maior o conhecimento destes sobre o empreendimento e a cultura local, maior a probabilidade de atender as necessidades.

Para suprir o desconhecimento das peculiaridades do empreendimento, sugere-se a adoção de equipes multidisciplinares, compostas por: contratante, fornecedores de suplementos, projetistas, empreiteiros, entre outros. Estes atuarão na identificação dos riscos e no acompanhamento, melhorando o atendimento dos objetivos dos projetos.

Hartono et al. (2014) menciona outros fatores que influenciam no gerenciamento dos riscos, sendo eles: as condições sócio econômicas, o tamanho da empresa, a personalidade forte dos gestores, a aversão aos riscos, a experiência, a responsabilidade e o pensamento rápido.

Por fim o autor complementa, mencionando que os empreendimentos mais arriscados tendem a ser mais lucrativos, mas dependem do desejo de se submeter aos riscos e da personalidade em assumi-los. E enfatiza-se que o pensamento dos empreendedores ainda está voltado ao lucro a curto prazo (HARTONO et al., 2014).

6 CONCLUSÕES

O sucesso de um projeto na construção civil é baseado no atendimento de seus objetivos, que estão vinculados ao cumprimento do escopo, custo, prazo e qualidade. Deste modo, o gerenciamento de risco se apresenta como um processo essencial para o êxito dos empreendimentos, uma vez que visa acompanhar estes parâmetros.

No que tange a literatura, observa-se a busca por ferramentas complexas que garantem uma maior confiabilidade sobre a análise dos riscos. Contudo, relata-se uma dificuldade na adoção de tais ferramentas entre os práticos, que buscam por soluções mais simples que atendam rapidamente suas necessidades.

Esta divergência entre os resultados entregues pela literatura e a necessidade prática, faz com que sejam adotadas ferramentas demasiadamente simples, baseadas no julgamento subjetivo e na experiência, desconsiderando processos com bases teóricas mais confiáveis.

Outro aspecto, diz respeito a modificação da percepção dos riscos, que devem ser compreendidos sobre a perspectiva de oportunidade e ameaça, mas que ainda está muito vinculado aos aspectos negativos, tanto na literatura quanto na prática.

Por fim, recomendam-se o desenvolvimento de ferramentas que busquem melhor compreender as necessidades dos usuários, quanto a velocidade de resposta e a rápida adaptação do ambiente. Não desconsiderando a complexidade inerente ao gerenciamento dos riscos, de modo a se tornar simplista.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, R. G.; ENSSLIN, L.; JUNGLES, A. E. A review of risk management in construction: Oportunities for improvement. **Modern Economy**, [S.l.], v.5, p. 367 -383, 2014.

BARBER, R. B. Understanding internally generated risks in projects. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 23, n. 8, p. 584-590, 2005.

BARRETO, F. S. P.; ANDERY, P. R. P. Caracterização da concepção de projetos em incorporadoras sob a ótica da gestão de riscos. In: ENCONTRO NACIONAL DA TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO - XV ENTAC, Maceió, 2014. Anais... Maceió: ANTAC, 2014.

DIKMEN, I; BIRGONUL, M. T; HAN, S. Using fuzzy risk assessment to rate cost overrun risk in international construction projects. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 25, n. 5, p. 494-505, 2007.

HARTONO, B. et al. Project risk: Theoretical concepts and stakeholders' perspectives. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, n. 3, p. 400-411, 2014.

ISO - International Organization For Standarization. **ISO 31000:2009 - Gestão de riscos: Princípios e diretrizes**. Geneva, Switzerland: International Organization for Standarization, 2009.

JCR. Journal Citation Reports – JCR Science Edition. In: Knowledge, I. W. O. (Ed.). Subject Categories Construction & Building Technology; Engineering Civil, 2011.

KHAZAENI, G; KHANZADI, M; AFSHAR, A. Fuzzy adaptive decision making model for selection balanced risk allocation. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 30, n. 4, p. 511-522, 2012.

LEHTIRANTA, L. Risk perceptions and approaches in multi-organizations: A research review 2000–2012. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, p. 640-653, 2014.

LIU, J.; MENG, F.; FELLOWS, R. An exploratory study of understanding project risk management from the perspective of national culture *International Journal of Project Management*, [S. l.], v. 33, p. 564-575, 2015.

NIETO-MOROTE, A.; RUZ-VILA, F. A fuzzy approach to construction project risk assessment. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 29, p. 220-231, 2011.

PMI – Project Management Institute. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos: Guia PMBOK**. 5ª ed. Pennsylvania: 2013.

TAROUN, A. Towards a better modelling and assessment of construction risk: Insights from a literature review. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, p. 101-115, 2014.

ZENG, J; AN, M; SMITH, N. J. Application of a fuzzy based decision making methodology to construction project risk assessment. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 589-600, 2007.

ZHANG, H. A redefinition of the project risk process: Using vulnerability to open up the event-consequence link. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 25, n. 7, p. 694-701, 2007.

ZHANG, Y; FAN, Z. An optimization method for selecting project risk response strategies. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, p. 412-422, 2014.

ZOU, P. X. W; ZHANG, G; WANG, J. Understanding the key risks in construction projects in China. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 25, n. 6, p. 601-614, 2007.

ZWIKAEL et al., O. The moderating effect of risk on the relationship between planning and success. **International Journal of Project Management**, [S. l.], v. 32, p. 435-441, 2014.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PROPOSTA DE APLICAÇÃO DO GERENCIAMENTO DE RISCO EM SISTEMAS HIDROSSANITÁRIOS PREDIAIS

ARANTES, Gustavo Martins (1); BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O. (2)

(1) e-mail: gustavo83eng.@gmail.com (2) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção, Universidade Federal de Goiás, (62) 3209 6099, e-mail: maria.carolina@uol.com.br

RESUMO

O objeto deste estudo é o gerenciamento de risco em sistemas prediais hidrossanitários, justificado pela alta demanda de assistência técnica em diferentes segmentos do mercado. O objetivo da pesquisa é efetuar uma análise de um plano de gerenciamento de risco aplicado aos sistemas prediais hidrossanitários. O método abrangeu a construção de uma EAR – Estrutura Analítica dos Riscos que engloba: [a] a identificação dos eventos ou fatores de risco, por meio da análise de normas e pesquisas que trataram de dados pós-ocupação e manifestações patológicas; [b] a análise dos dados por meio de ferramentas de gestão da qualidade como gráfico de Pareto e FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), com objetivo de realizar a hierarquização dos riscos e definição das prioridades de atuação; [c] a elaboração de um plano resposta que contemple os riscos priorizados; [d] a utilização de monitoramento e controle para a aplicação do plano resposta. Para validação da proposta, foi utilizado um banco de dados de 2183 registros de solicitações de assistência relativas a habitações de interesse social no mercado goiano. O trabalho contribui para fomentar a discussão da necessidade de melhoria na execução de sistemas hidrossanitários, podendo transformar o risco em informação para ganho de vantagem competitiva.

Palavras-chave: Gerenciamento, Riscos, Sistemas Prediais Hidrossanitários.

ABSTRACT

The object of this study is the risk management in plumbing systems, justified by high demand for technical assistance in different market segments. The objective is propose a risk analysis applied to planning plumbing systems. The method included the construction of an EAR - Risk Analytical Framework covering: [a] the identification of events or risk factors, through the analysis of standards and research on post-occupancy data and pathological manifestations; [B] the analysis of data through quality management tools such as Pareto Chart and FMEA (Failure Mode and Effect Analysis), in order to achieve a risk hierarchy and definition of action priorities; [C] the development of a response plan that addresses the prioritized risks; [D] the use of monitoring and control for plan response implementation. Proposal for validation, we used a database 2183 requests for assistance records relating to social housing in Goiás market. The work contributes to increased discussion of need for improvement in plumbing systems execution and how to transform risk information to gain competitive advantage.

Keywords: Management, Risk, Plumbing Systems.

1 INTRODUÇÃO

A gestão dos riscos, como não conformidades ou falhas de um sistema, é uma das áreas de conhecimento integrante de metodologias consolidadas de gestão (FERMA, 2003; AS/NZS:4360, 2004; RAMP, 2004; ISO:31000, 2009; PMBOK, 2014). O risco pode

ser definido como a combinação da probabilidade de um evento e de suas consequências (AS/NZS:4360, 2004) ou ainda o efeito da incerteza nos objetivos do projeto, caracterizada pela referência aos eventos potenciais e suas consequências (ISO:31000, 2009). Segundo a AS/NZS 4360 (2004), o gerenciamento de riscos é a aplicação sistemática de políticas, procedimentos e práticas de gestão para o estabelecimento dos contextos e para a identificação, análise, avaliação, tratamento, monitoramento e comunicação de riscos.

Não obstante sua importância, o gerenciamento de riscos no âmbito da construção nem sempre é conduzido a partir de técnicas sistemáticas, sendo mais comumente baseado em experiências anteriores, sem considerar particularidades de projeto, mercado e produção. Em uma revisão sistematizada da literatura, pôde-se constatar que ainda que se encontrem pesquisas sobre o gerenciamento de riscos no contexto da construção em periódicos consolidados internacionalmente tais como *International Journal of Project Management* e *Journal of Construction Engineering and Management*, os estudos geralmente possuem foco em:

- Análise das etapas de identificação e avaliação do gerenciamento de risco (CHAPMAN, 2001)
- Proposta de incorporação da retroalimentação da manutenção no processo construtivo (DUNSTON; WILLIAMSON, 1999);
- Manutenibilidade na construção envolvendo custos ao longo do ciclo de vida com análise de atributos de risco (CHEW; TAN; KANG, 2004);
- Emprego de técnicas como Lógica Fuzzy, Método AHP (Analytical Hierarchy Process) e FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) para análise de risco de projetos (CARR; TAH, 2001; DEY, 2001; ABDELGAWAD; FAYEK, 2012; EBRAT; GHODSI, 2013)
- Emprego de técnicas para gerenciamento de riscos em projetos (ALLAN; YIN, 2011; GOH; ABDUL-RAHMAN; ABDUL SAMAD, 2013).

Pode-se observar que ainda existem lacunas do conhecimento para estudos que tratem da avaliação do risco a partir da análise de falhas nas edificações durante sua fase de uso e manutenção. Quando se consideram os trabalhos que trataram da análise de dados de assistências técnicas de edificações residenciais de médio e alto padrão, como o de Cupertino (2013), percebe-se uma alta incidência para os casos relativos a falhas nos sistemas prediais hidrossanitários. Outras pesquisas também confirmaram a importância deste tema, como o trabalho de Oliveira (2013) que investigou manifestações patológicas no segmento de edificações públicas de ensino ou o estudo de Pacheco (2014) que analisou dados de assistência técnica em habitações de interesse social.

O presente trabalho tem como objetivo efetuar uma análise do plano de gerenciamento de risco aplicado aos Sistemas Hidrossanitários Prediais (SPHS), considerando dados de solicitações de assistências técnicas em empreendimentos residenciais.

2 PROCESSO DE GERENCIAMENTO DE RISCOS

Organizar os riscos sob formas de estruturas analíticas (EAR) permite a facilitação da identificação dos riscos, organizados de modo hierárquico, por categorias, permitindo relacionar áreas e causas de riscos potenciais. Este planejamento pode englobar: a identificação e a análise dos fatores de riscos, plano resposta, monitoramento e controle.

Na identificação dos fatores de risco serão determinados quais riscos podem afetar o projeto e documentadas suas características. A análise de risco pode ser realizada

qualitativamente por meio de palavras ou escalas explicativas para descrever a magnitude das consequências potenciais e a probabilidade subjetiva dessas consequências ocorrerem (AS/NZS 4360, 2004), ou quantitativamente medindo a probabilidade através de análise numérica, focando nas consequências conjuntas e no impacto global dos riscos (PMBOK, 2014).

Para a AS/NZS 4360 (2004) planejar as respostas envolve a identificação das diversas opções de tratamento, análise e avaliação das opções e a preparação para implementação do plano resposta. O monitoramento e controle dos riscos consiste na implementação dos Planos de Respostas aos Riscos, incluindo o monitoramento dos riscos residuais e a avaliação da eficiência e eficácia do processo (PMBOK, 2008).

3 METODO DE PESQUISA

Para efetuar a análise de um plano de gerenciamento de risco, foi proposta a construção de uma EAR – Estrutura Analítica dos Riscos. A EAR proposta é uma adaptação da ferramenta de gestão apresentada pelo PMBOK (2014), que facilita a visualização e auxilia em posterior análise dos riscos identificados. Esta estrutura englobou: [a] identificação dos eventos ou fatores de risco, por meio da análise de normas e pesquisas que trataram de dados pós-ocupação e manifestações patológicas; [b] análise dos dados por meio de ferramentas como gráfico de Pareto e FMEA (*Failure Mode and Effect Analysis*), com objetivo de realizar a hierarquização dos riscos e definição das prioridades de atuação; [c] elaboração de um plano resposta com os riscos priorizados; [d] sugestão de utilização de monitoramento e controle para a aplicação do plano resposta.

Para validação da proposta voltada aos Sistemas Prediais Hidrossanitários (SPHS), foi utilizado um banco de dados contendo 2 183 registros de solicitações de assistência técnica de uma empresa construtora com atuação no segmento de habitações de interesse social no mercado goiano. A empresa possui 8 anos de atuação no estado de Goiás, certificada em 2013 pelo Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-h), possui aproximadamente 90 funcionários para as áreas de produção. Os dados abrangeram oito empreendimentos e o período de 2012 a 2014, uma vez que antes deste período, a empresa não realizava registros das solicitações de assistência técnica. As unidades residenciais em sua grande maioria possuem 70 m² de área útil, 19 m² de varanda, três quartos e sistemas construtivos tradicionais (fundação tipo radier, alvenaria em bloco cerâmico, cobertura em telha cerâmica, revestimentos cerâmicos).

4 APLICAÇÕES DO GERENCIAMENTO DE RISCOS EM SISTEMAS PREDIAIS HIDROSSANITÁRIOS

A análise do processo de gerenciamento de risco em SPHS, objeto central da pesquisa, será efetuada a partir das etapas que englobaram a EAR.

4.1 Planejamento do gerenciamento de riscos por meio de estrutura analítica

A EAR-Estrutura Analítica dos Riscos proposta pode ser visualizada no Quadro 1, uma síntese do que será realizado no processo do gerenciamento dos riscos.

Quadro 1 – Proposta de Estrutura Analítica dos Riscos

Identificação de fatores de risco	Análise dos riscos	Plano resposta	Monitoramento e controle
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Metodologia para identificar os riscos; ▪ Classificação dos riscos em grupos. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Proposta de métodos para análise: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Probabilidade x Impacto (Matriz); ✓ Pareto; ✓ FMEA. ▪ Hierarquização dos riscos; ▪ Definição de prioridades. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Definição das técnicas a serem empregadas aos riscos prioritizados: <ul style="list-style-type: none"> ✓ Evitar; ✓ Transferir; ✓ Mitigar. 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Implementação do Plano Resposta; ▪ Monitora e Controla as ações planejadas; ▪ Controla riscos residuais; ▪ Avalia a eficácia do processo; ▪ Retroalimenta o gerenciamento.

4.2 Identificação dos fatores de risco

Na proposta de pesquisa desenvolvida, a identificação dos fatores de risco ocorreu tendo por base a análise das manifestações patológicas. Na Norma de Inspeção Predial (IBAPE-SP, 2011) são classificadas as origens das manifestações patológicas, que para esse estudo serão consideradas: Projeto; Execução; Materiais e Uso do Sistema. No estudo de Cupertino (2013), ao analisar bancos de dados de assistência técnica em construtoras, constatou que na média 44% das manifestações patológicas tem origem na execução, 22% no material utilizado, 15% no uso; 10% no planejamento; e 9% no projeto.

Segundo Gnipper (2010) as manifestações patológicas são todas aquelas cujas consequências físicas são perceptíveis por meio dos sentidos humanos, sendo que em SPHS de edificações apresentam-se de forma característica como: vazamentos a partir de tubulações; mau cheiro proveniente de desconectores; oscilação temporal da temperatura da água aquecida oriunda de misturadores; oscilações de pressão e vazão das águas fria e quente durante o uso de aparelhos sanitários dotados de misturadores; refluxo de esgoto a partir de desconectores; retorno de espuma através de ralos e sifões; refluxo de águas pluviais em sacadas e varandas sob chuvas intensas; ruídos transmitidos a partir de vibrações de bombas centrífugas; ruídos devido a escoamento de líquidos e durante a utilização de aparelhos sanitários.

Agrega-se a estas manifestações patológicas outras também muito comuns, como: infiltrações diversas; entupimento de tubulações de esgotamentos; vazamento em torneiras; vazamento em sifão; vazamento em tubulações de água; defeitos em louças sanitárias e defeitos em metais sanitários.

4.3 Análise dos riscos

Para a análise dos riscos foram utilizadas ferramentas de análise que contribuem tanto para a hierarquização dos riscos como para a definição de prioridades de atuação. A Figura 1 ilustra o Diagrama de Pareto para a análise dos dados de assistência técnica.

Na análise dos dados de assistência técnica coletados na construtora foi constatado que 13% são referentes a problemas hidrossanitários, o que corresponde ao terceiro item de maior percentual de atendimentos entre os usuários. Para refinar a análise, foram isolados somente os dados com referência ao sistema hidrossanitário. Como exemplo de

categorização, foram sugeridos seis grupos segundo a origem das falhas: tubulação de água, esgoto externo, caixa d'água, esgoto interno, louças sanitárias e metais sanitários. A Figura 2 ilustra a análise considerando frequência e priorização dos itens relativos às solicitações de assistência técnica para os dados de sistemas prediais hidrossanitários.

Figura 1 – Diagrama de Pareto para as solicitações de assistência técnica da empresa estudada

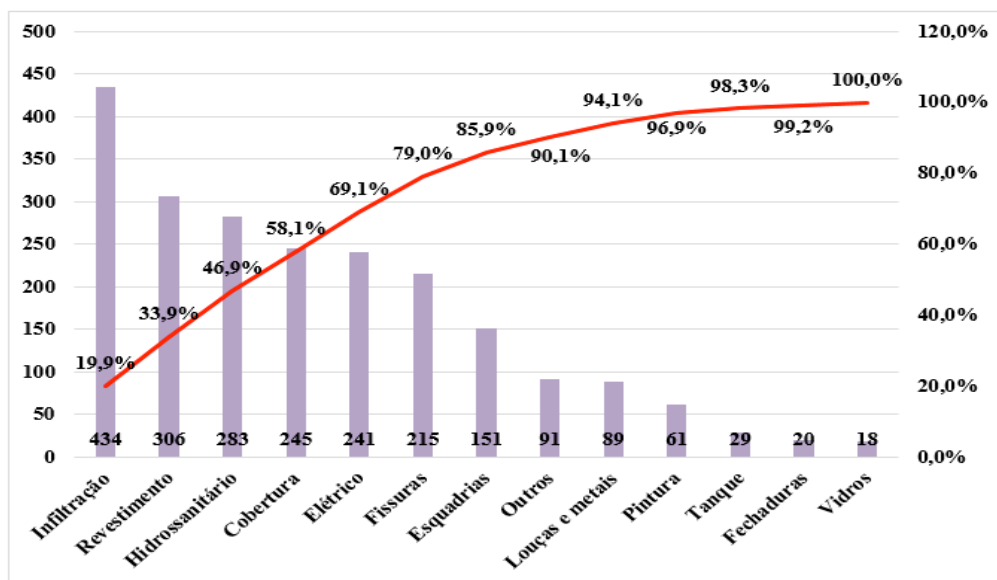
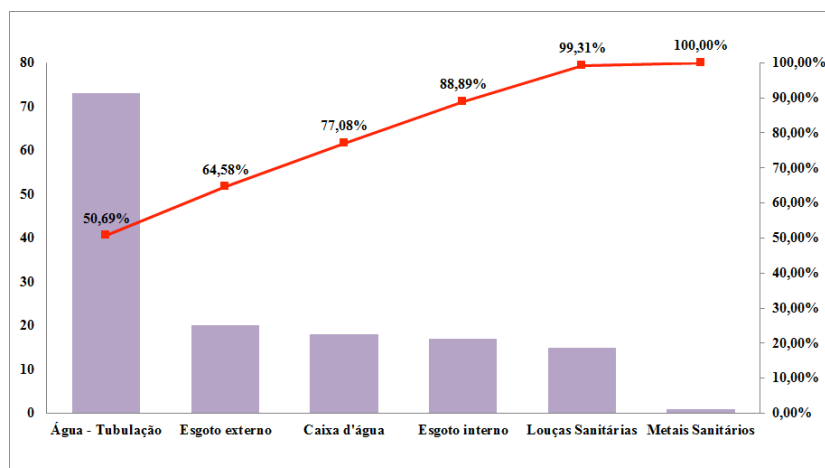


Figura 2 – Diagrama de Pareto aplicado aos dados de assistências técnicas para os sistemas prediais hidrossanitários



Uma possível priorização em relação a dois itens, tubulação de água e esgoto externo, permitiria a redução de cerca de 65% dos problemas relacionados aos sistemas prediais.

Outra ferramenta utilizada para analisar os riscos foi o FMEA que constitui em um método analítico, usada para detectar e eliminar falhas potenciais, classificando cada modo de falha de acordo com categorias específicas. Para a presente análise, serão consideradas as categorias sugeridas por Cupertino (2013), englobando a severidade, o custo e a complexidade da intervenção, conforme a proposta apresentada no Quadro 2.

O primeiro modo de falha analisado foi a severidade, que tem como objetivo avaliar o impacto causado sobre o funcionamento dos elementos. Para estabelecer o critério

quanto ao custo foram utilizados os valores referentes aos dados de assistências técnicas coletados, sendo assim foi dividida a amplitude dos valores encontrado para que pudesse ser enquadrado em quatro faixas de valores. Para o critério de complexidade de intervenção, foi adotada a mesma escala de 1 a 4, onde 1 indica ser um problema simples e que pode ser resolvido com uma operação pontual e o índice 4 uma intervenção com prejuízo a outros sistemas, sendo classificado como complexidade de intervenção muito difícil.

Quadro 2 – Proposta de índices para análise pelo FMEA para os dados de assistência técnica

Índice	Severidade	Custo	Complexidade de Intervenção
1	Pequena - Pequena queda no desempenho do sistema	Pequeno - Gastos até R\$150,00	Simple s - Única operação pontual
2	Moderada - Significativa queda no desempenho	Moderado - Gastos entre R\$151,00 e R\$300,00	Média - Moderada intervenção com pequenas correções
3	Alta - Sistema para de funcionar	Alto - Gastos entre R\$301,00 e R\$450,00	Difícil - Significativa intervenção com maiores correções
4	Muito Alta - Sistema para de funcionar e afeta a segurança	Muito Alto - Gastos acima de R\$450,00	Muito Difícil - Intervenção com prejuízos a outros sistemas

Os coeficientes de prioridade de risco (CPR) podem ser visualizados de acordo com o grau de urgência de intervenções, sendo valoradas por meio do produto dos índices de severidade “S”, custo “C” e complexidade de intervenção “I”, conforme a expressão: $CPR=S*C*I$. Com isso é possível atribuir faixas de prioridades de risco, viabilizando desta forma a hierarquização dos fatores para que possa ser elaborado o plano resposta conforme o Quadro 3.

Quadro 3 – Escala de valoração da prioridade de risco e grau de urgência das intervenções (Adaptado de Cupertino, 2013)

Prioridade de Risco	Intervalo de Valores	Grau de Urgência das Intervenções
Baixo	$CPR \leq 4$	Requer medidas de intervenções sem urgência
Moderado	$4 < CPR \leq 16$	Requer medidas de intervenções assim que possível
Elevado	$16 < CPR \leq 32$	Requer ações corretivas para eliminar as causas
Muito Elevado	$32 < CPR \leq 64$	Requer ações corretivas imediatas para eliminar a causa

4.4 Resposta de risco

Segundo Navarro (2007), a resposta ao risco trata do processo que define os meios e modos para estabelecer respostas aos riscos identificados e hierarquizados com os respectivos graus de prioridades. O plano resposta pode incluir definições de responsabilidades e atribuições de funções, providências, técnicas, meios a empregar e responsabilidades perante cada risco identificado.

Para os riscos identificados, analisados e definidos como prioridades de atuação, pode ser realizado uma proposta de atuação visando eliminar ou mitigar os riscos, como a proposta no Quadro 4.

Quadro 4 – Resposta ao risco

RISCO	CAUSA	EFEITO	RESPOSTA DE RISCO
Ralos voltando água	<ul style="list-style-type: none"> ✓Tubulação com diâmetro insuficiente ✓Falta de queda das tubulações 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Mau cheiro ✓Manchas no piso ✓Alagamento 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Controlar a execução dos serviços; ✓Solicitar projetos mais detalhados;
Vazamento de água não detectado	<ul style="list-style-type: none"> ✓Execução errada das instalações ✓Material danificado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Gasto excessivo de água ✓Aumento da conta de água ✓Insatisfação do cliente 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Controlar a execução dos serviços; ✓Testar o sistema antes de iniciar próxima etapa.
Caixa d'água acoplada desregulada	<ul style="list-style-type: none"> ✓Material danificado ✓Dano causado pelo uso 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Gasto excessivo de água ✓Aumento na conta de água ✓Barulho 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Verificar a qualidade dos materiais empregados na obra ✓Controlar as equipes que executam
Vazamento na tubulação do banheiro do apto acima	<ul style="list-style-type: none"> ✓Execução errada ✓Falta de manutenção ✓Material danificado 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Infiltração ✓Alagamento ✓Mau cheiro ✓Manchas no teto 	<ul style="list-style-type: none"> ✓Controlar a execução dos serviços ✓Realizar manutenções periódicas e corretivas das instalações.

4.5 Monitoramento e controle de risco

O monitoramento e controle é uma etapa contínua do processo, ocorrendo durante todo o ciclo do empreendimento. Diz respeito ao acompanhamento e verificação da adequação das respostas de risco, realizações das atividades e identificação de novos riscos (NAVARRO, 2007). Ressalta-se que o processo de gerenciamento de risco deve envolver a participação de todos, uma vez que a identificação dos riscos apresenta uma forte dependência das pessoas, de suas experiências e habilidades.

Cada risco deve constar de um cronograma de prevenção, que é uma forma de monitorá-lo até que deixem de apresentar perigo. Os riscos que não mais ocorrerem devem ser retirados do monitoramento em atividade e qualquer planejamento de contingência a eles referentes pode também ser retirado do projeto.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A sugestão de análise apresentada caracteriza uma proposta de caráter exploratório de uma pesquisa maior que busca estudar a melhoria em SPHS, dada a alta demanda de falhas e insatisfação por parte de usuários de diferentes segmentos do mercado que foram evidenciadas em outras pesquisas. O gerenciamento de riscos surge como uma proposição para analisar os riscos de forma dinâmica, ainda que inerentes a todo projeto, o que permite que não sejam mais vistos como custo adicional. Portanto, dos resultados preliminares expostos, pode-se inferir algumas considerações.

A proposta de EAR mostrou-se eficiente cumprindo o intuito de transparência na identificação das etapas de um planejamento dos riscos e apontando a organização das

ferramentas e critérios de avaliação. Ao utilizar um banco de dados de solicitações de assistência técnica, considerou-se a evidência do desempenho de um sistema, ou seja, o que mais permite evidenciar o risco a partir da consequência de falhas no projeto, materiais, execução e/ou uso, salientados pelas manifestações patológicas.

As análises quantitativas são primordiais para a elaboração de planos resposta considerando a priorização dos riscos. Nos dados analisados nesta primeira etapa da pesquisa, que contemplaram oito empreendimentos e acima de 2 000 itens, medidas que visem atuar no monitoramento e controle de tubulações de água e esgoto externo podem minimizar ou extinguir cerca de 65% de todas as falhas identificadas nos SPHS pelos usuários das habitações de interesse social estudadas.

Ressalta-se que uma das mais importantes etapas do gerenciamento de risco é a sua avaliação. Esta avaliação deve ser constante para que qualquer alteração seja realizada a tempo, em destaque para a elaboração de um plano de contingência. Atualmente se acredita que os riscos, por mais sérios que possam ser, e com mais consequências negativas que possam ter, podem e devem ser tratados de forma a gerar uma consequência positiva, o que transforma a noção do risco em vantagem competitiva para a empresa. Portanto o Gerenciamento de Risco também pode ser convertido em oportunidade de negócio.

REFERÊNCIAS

- ABDELGAWAD, M., FAYEK, A. R. Comprehensive Hybrid Framework for Risk Analysis in the Construction Industry Using Combined Failure Mode and Effect Analysis, Fault Trees, Event Trees, and Fuzzy Logic. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, n. 5, May, 2012, p.642-651.
- ALLAN, N., YIN, Y. Development of a Methodology for Understanding the Potency of Risk Connectivity. **Journal of Management in Engineering**, v. 27, n.2, April, 2011, p. 75-79.
- AS/NZS:4360. **The Australian and New Zealand Standard on Risk Management**, AS/NZS 4360: 2004. Risk Management. Sidney, NSW2004.
- CARR, V.; TAH, J. H. M. A fuzzy approach to construction project risk assessment and analysis. **Construction project risk management**. v. 32, n.10-11, October-November, 2001, p. 847-857
- CHAPMAN, R. J. The controlling influences on effective risk identification and assessment for construction design management. **International Journal of Project Management**, v. 19, n.3, April, 2001, p. 147-160.
- CHEW, M.Y. L, TAN, S. S., KANG, K. H. Building Maintainability—Review of State of the Art. **Journal of Architectural Engineering**, v.10, n.3, September, 2004, p.80-87.
- CUPERTINO, D. **Análise de solicitações de assistência técnica em empreendimentos residenciais como ferramenta de gestão**. 2013. 167p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.
- DEY, P. K. Decision support system for risk management: a case study. **Management Decision**, v. 39, n.8, 2001, p.634-649.
- DUNSTON, P. S.; WILLIAMSON, C. E. Incorporating Maintainability in Constructability Review Process. **Journal of Management in Engineering**, v. 15, n.5, September/October 1999, p. 56-60.

EBRAT, M., GHODSI, R. Construction project risk assessment by using adaptive-network-based fuzzy inference system: An empirical study. **Journal of Civil Engineering**, v. 18, n. June, 2014, p. 1213-1227.

FERMA. **Norma de Gestão de Riscos**. Federation of European Risk Management Associations, 2003.

GNIPPER, S.F. **Diretrizes para formulação de método hierarquizado para investigação de patologias em sistemas prediais hidráulicos e sanitários**. 2010. 283p. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

GOH, C. S., ABDUL-RAHMAN, H., ABDUL SAMAD, Z. Applying Risk Management Workshop for a Public Construction Project: Case Study. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 139, n.5, May, 2013, p.572–580.

ISO:31000. **Risk Management - Principles and Guidelines**. Geneva: International Standards Organisation, 2009.

NAVARRO, S. S., **Planejamento de Empreendimento Imobiliário: Gestão de Risco orientada a Gestão de Prazo com Ênfase na Identificação de Alertas Antecipados**. 2007. 277 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

OLIVEIRA, M. A. **Método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de Instituições Federais de Ensino Superior**. 2013. 234 p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PACHECO, M. F. **Ações baseadas no custeio-meta para melhoria das habitações de interesse social**. 2014. 118p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia Civil da Universidade Federal de Goiás, Goiânia.

PMBOK. **Um guia do conhecimento em gerenciamento de projetos - Project Management Institute**, 5ª Edição, Ed.Saraiva, 2014, 616p.

RAMP. **Risk Analysis and Management for Projects**. London, UK: ICE - Institution of Civil Engineers, Faculty of Actuaries, and Institute of Actuaries, 2004.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTÃO DE RISCOS EM OBRAS PÚBLICAS – PERSPECTIVAS E DEBATES RECENTES

CALDEIRA, Daniel Matos (1); CARVALHO, Michele Tereza Marques (2)

(1) e-mail: matoscaldeira@gmail.com (2) Universidade de Brasília - UnB, (61) 3107-1010, e-mail: micheletereza@gmail.com.

RESUMO

As recentes alterações legislativas promovidas na área de licitações de obras públicas trazidas com a aprovação da Lei nº 12.462/2011, estabeleceram no ordenamento jurídico brasileiro um novo regime de execução de obras públicas, denominado contratação integrada. Foi sobre essa égide que aconteceu o 1º Fórum de debate sobre Riscos em Obras Públicas da Universidade de Brasília, com o objetivo de discutir as práticas recentemente desenvolvidas e utilizadas no setor público. Nesse contexto, o presente trabalho objetiva, além de contribuir como subsídio para uma pesquisa de mestrado em andamento, descrever didaticamente os principais aspectos discutidos no âmbito do Fórum à luz dos conceitos que delinham o tema gerenciamento de riscos e apresentar uma matriz de avaliação do nível de maturidade dos principais órgãos e entidades federais contratantes de obras públicas que utilizaram a modalidade de execução contratação integrada, a partir do referencial legal e jurisprudencial nacional construído sobre o tema. Da análise realizada, verifica-se que o tema gestão de riscos ainda não está bem entendido e difundido para, de fato, ser utilizado e explorado na governança dos ativos públicos.

Palavras-chave: Gerenciamento de Riscos, Obras públicas, Contratação Integrada.

ABSTRACT

Recent legislative changes introduced in the area of public works bids brought with the approval of Law nº 12.462/2011, established the Brazilian legal system a new enforcement regime for public works, called integrated contracting. It was on this guise that happened on the 1st debate Forum Risks in Public Works at the University of Brasilia, in order to discuss the newly developed and practices used in the public sector. In this context, the present study aims, in addition to contributing as a subsidy for a Master thesis in progress, didactically describe the main aspects discussed at the Forum in the light of the concepts that outline the topic risk management and provide an evaluation matrix level maturity of the principal organs and federal contracting entities of public works who used the method of execution integrated contracting from the national legal and judicial framework built on the topic. From the analysis, it appears that the risk management theme is still not well understood and disseminated to actually be used and exploited in the governance of public assets.

Keywords: Risk Management, Public Works, Integrated Contracting.

1 INTRODUÇÃO

As recentes alterações legislativas promovidas na área de licitações de obras públicas trazidas com a aprovação da Lei nº 12.462, de 4/8/2011, que instituiu o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC, estabeleceram no ordenamento jurídico

brasileiro um novo regime de execução de obras públicas, denominado contratação integrada¹.

A premissa que fundamenta a contratação integrada é atribuir maior responsabilidade ao contratado e como consequência diminuir os riscos assumidos pelo contratante, ou seja, a Administração Pública, uma vez que os aditivos nesse tipo de contratação são expressamente vedados.

Especificamente o instrumento legal que possibilitou a regulamentação da precificação do risco (reserva de contingência) nas contratações integradas foi o Decreto nº 8.080, de 20/8/2013, a partir da inclusão dos parágrafos 1º e 2º do art. 75 do Decreto nº 7.581, de 11/10/2011, o qual regulamenta o Regime Diferenciado de Contratações Públicas – RDC.

Visando oportunizar a troca de conhecimentos, fomentar reflexões e balizar conclusões sobre as etapas a serem perseguidas e vencidas seja pela Comunidade Acadêmica, seja pela Administração Pública no aprimoramento do processo de contratação, gestão, fiscalização e controle de obras públicas, foi realizado em 2014 o 1º Fórum de debate sobre Riscos em Obras Públicas, que teve o propósito de discutir a amplitude e relevância do tema riscos como elemento central nesse novo panorama de obras públicas.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho é descrever didaticamente os principais aspectos discutidos no âmbito Fórum à luz dos conceitos que delineiam o tema gerenciamento de riscos e apresentar uma matriz de avaliação do nível de maturidade dos principais órgãos e entidades federais contratantes de obras públicas que utilizaram a modalidade de execução contratação integrada, a partir do referencial legal e jurisprudencial nacional construído sobre o tema.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Este tópico apresenta os conceitos sobre gerenciamento de riscos que embasam esta pesquisa, tendo como fundamento as práticas sistematizadas nas principais referências sobre gerenciamento de projetos, o Guia PMBOK (2013) e as normas elaboradas pela ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas para gestão de riscos.

Considerando o Guia PMBOK (2013), risco é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto tais como escopo, cronograma, custo e qualidade.

Nesse ponto, importa destacar que a definição do preço ofertado por uma empresa licitante será proporcional aos riscos por ela assumidos. Portanto, a clareza da distribuição de responsabilidades entre as partes é imprescindível para a adequada formulação das propostas.

Em que pese a indispensabilidade técnica do estabelecimento de um instrumento de alocação de riscos, registrasse que o texto legal do RDC não faz menção a necessidade de uma matriz de divisão de responsabilidades em relação aos riscos identificados.

Contudo, no âmbito jurisprudencial, em 19/6/2013, o Tribunal de Contas da União, em decisão emblemática exposta pelo Acórdão nº 1.510/2013 – TCU – Plenário, se manifestou pela obrigatoriedade da matriz de risco no caso da contratação integrada.

¹ A contratação integrada compreende a elaboração e o desenvolvimento dos projetos básico e executivo, a execução de obras e serviços de engenharia, a montagem, a realização de testes, a pré-operação e todas as demais operações necessárias e suficientes para a entrega final do objeto, conforme Art. 9º da Lei nº 12.462/2011.

Segundo a supracitada decisão, a matriz de risco é o instrumento que define a repartição objetiva de responsabilidades advindas de eventos supervenientes à contratação, na medida em que é informação indispensável para a caracterização do objeto e das respectivas responsabilidades contratuais, como também essencial para o dimensionamento das propostas por parte das licitantes, é elemento essencial e obrigatório do anteprojeto de engenharia, em prestígio ao definido no art. 9º, § 2º, inciso I, da Lei 12.462/2011, como ainda nos princípios da segurança jurídica, da isonomia, do julgamento objetivo, da eficiência e da obtenção da melhor proposta.

Especificamente em relação à precificação dos riscos que serão transferidos ao contratado – reserva de contingência, destacam-se as práticas recomendadas de análise de risco e determinação da reserva de contingência da AACE – *Association for the Advancement of Cost Engineering International*.

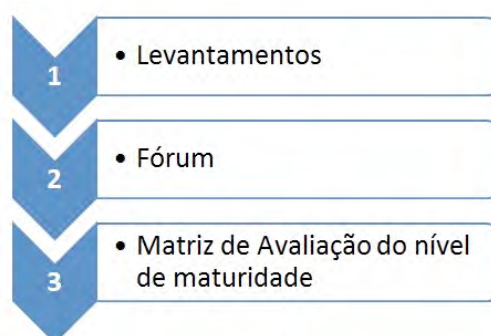
De acordo com a abordagem da prática recomendada AACE 10S-90 (2013), contingência é um valor adicionado a uma estimativa para cobrir itens, condições ou eventos cuja ocorrência ou efeito é incerto, mas que a experiência mostra que provavelmente resultarão em custos adicionais. Normalmente é estimada utilizando análise estatística ou julgamento baseado em ativos passados ou projetos similares.

Posto isto, tem-se que a matriz de risco, conforme ALTOUNIAN et al. (2014), é o instrumento que elenca e aloca entre as partes todos os eventos que podem impactar o empreendimento, em especial seus custos e prazos de execução.

3 MÉTODO DA PESQUISA

A título esquemático apresenta-se a figura 1 com o fluxograma com a sequência de etapas do método de pesquisa empregado:

Figura 1 – Fluxograma do método da pesquisa



Fonte: elaborado pelo autor

O detalhamento das etapas é a seguir apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Detalhamento das etapas do método de pesquisa

Etapas	Descrição
Etapa1 – Levantamentos	Esta etapa compreendeu a realização de 2 tipos de levantamentos sobre o tema gerenciamento de riscos: i. <u>Levantamento do referencial teórico</u> - o levantamento envolveu consultas à

	<p>bibliografia, legislação e jurisprudência sobre o tema.</p> <p>ii. <u>Levantamento de certames efetuados na modalidade de contratação integrada</u> - foi realizado levantamento via consultas aos endereços eletrônicos institucionais de órgãos e entidades federais executores de obras públicas visando identificar quais optaram por adotar o RDC, em sua modalidade de contratação integrada, a partir da verificação de informações disponibilizadas sobre certames realizados.</p> <p>Após a identificação de quais foram os órgãos que mais se notabilizaram por realizar certames na modalidade contratação, foram agendadas reuniões para a realização de entrevistas não estruturadas com vistas a confirmar os dados disponibilizados em seus respectivos endereços eletrônicos institucionais.</p>
<p>Etapa 2 – Fórum</p>	<p>A obtenção de informações foi efetuada mediante a realização em 2014 do 1º Fórum de debate sobre Riscos em Obras Públicas, que teve o propósito de discutir a amplitude e relevância do tema riscos como elemento central nesse novo panorama de obras públicas.</p> <p>A formatação do evento foi estruturada de forma a fomentar discussões sobre as vantagens e desvantagens das recentes modelagens de risco, a partir dos fundamentos teóricos e de acordo com as experiências e perspectivas de cada setor, visto que estavam reunidos pesquisadores, técnicos representando inúmeras instituições de diversos setores governamentais e a iniciativa privada.</p> <p>Ao todo foram realizadas duas palestras principais e duas mesas-redondas. As palestras abordaram os temas Gestão de Projetos e Riscos em Empreendimentos de Engenharia e Cálculo de contingências na orçamentação de obras públicas utilizando conceitos da AACE e Simulações de Monte Carlo.</p> <p>Enquanto que as mesas-redondas abordaram os seguintes temas i) Novos desafios aos contratos de seguros e a análise quantitativa de riscos – aplicação nas contratações integradas de obras públicas e ii) Riscos em Obras Públicas: práticas, investimentos e perspectivas, especificamente no que tange ii.1) a alocação de riscos no projeto do Trem de Alta Velocidade e investimentos em contratações integradas do setor de transportes e ii.2) a perspectiva da contratação integrada de obras em aeroportos.</p>
<p>Etapa 3 – Matriz de Avaliação do nível de maturidade</p>	<p>A partir da análise e discussão dos temas abordados no Fórum, à luz dos levantamentos realizados, foi elaborada a matriz de avaliação do nível de maturidade tendo como referência os principais marcos legais e jurisprudenciais sobre o tema gerenciamento de riscos instituídos no âmbito da legislação do RDC:</p> <p>I. Eixo das ordenadas: Decreto nº 8.080, de 20/8/2013, que possibilitou a regulamentação da taxa de risco (reserva de contingência) nas contratações integradas; e</p> <p>II. Eixo das coordenadas: Acórdão nº 1.510/2013 – TCU – Plenário, de 19/6/2013, que se manifestou pela obrigatoriedade da matriz de risco no caso da contratação integrada.</p> <p>Assim, a partir da métrica legal e jurisprudencial foram estabelecidos quatro cenários de maturidade possíveis em relação a gestão de riscos no âmbito da contratação integrada:</p> <p>a) Cenário I - maturidade inicial, onde o risco não é alocado nem precificado;</p> <p>b) Cenário II - maturidade intermediária, onde o risco é alocado mas não é precificado;</p> <p>c) Cenário III - maturidade avançada, onde o risco é alocado e precificado;</p> <p>d) Cenário IV - inadequado, onde o risco não é alocado, contudo é precificado.</p>

Fonte: elaborado pelo autor

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Neste tópico, são apresentados didaticamente os principais resultados da pesquisa, agrupados na sequência idealizada no método e de acordo com os fundamentos teóricos e aspectos legais sobre o tema riscos.

4.1. Etapa 1 – Levantamentos

No que tange aos aspectos jurisprudenciais, destaca-se que o TCU (2012), por meio do Relatório de Fiscalização Sintético nº 1361/2012 encaminhado ao Congresso Nacional no âmbito do Plano de Fiscalização de Obras 2013 – Fiscobras 2013 registrou inúmeros questionamentos e impropriedades relativas à metodologia de cálculo da remuneração de riscos desenvolvida pelo DNIT, demonstrando que a mesma requer ajustes e correções visando o seu aperfeiçoamento.

Em relação aos certames, foi realizado levantamento nos 4 principais órgãos federais contratantes de obras públicas que se notabilizam pela materialidade de licitações homologadas até dezembro de 2014, ano de referência do Fórum, na modalidade contratação integrada e que juntamente com o DNIT perfazem as principais instituições contratantes nessa modalidade de contratação, quais sejam: INFRAERO – Empresa Brasileira de Infraestrutura Aeroportuária, VALEC – Engenharia, Construções e Ferrovias S.A., a Secretaria de Portos da Presidência da República e o Ministério da Integração Nacional.

Da pesquisa realizada nos endereços eletrônicos institucionais desses principais órgãos e entidades federais executores de obras públicas que optaram por adotar o RDC, em sua modalidade de contratação integrada, verificasse que somente o Ministério da Integração Nacional desenvolveu e aprovou uma metodologia de riscos para aplicação em suas obras.

Destaca-se que a metodologia para identificação, quantificação e alocação de riscos do Ministério da Integração Nacional foi aprovada especificamente para as licitações concernentes ao Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – PISF, nos termos da Portaria nº 118, de 18 de março de 2014.

Em que pese o estabelecimento da metodologia de riscos pelo Ministério da Integração, até o final do ano de 2014, apenas um único certame realizado na modalidade contratação integrada foi homologado por esta pasta ministerial, RDC nº 004/2013, contudo, foi realizado antes do estabelecimento da metodologia de riscos do Ministério da Integração, razão pela qual teve somente matriz de risco pois ocorreu após Acórdão nº 1.510/2013 – TCU – Plenário.

Excetuando-se o DNIT, nenhum dos citados órgãos e entidades da Administração Federal, que tiveram certames homologados até dezembro de 2014 na modalidade contratação integrada, precificaram o risco, ou seja, definiram o valor reserva de contingência.

No que tange a utilização da matriz de risco, os certames homologados pela INFRAERO na modalidade contratação integrada até dezembro de 2014 foram todos anteriores ao Acórdão nº 1.510/2013 – TCU – Plenário, assim, ocorreram sem matriz de risco.

Destaca-se que quando da realização do levantamento de certames foi verificado que outros cinco órgãos e entidades da Administração Pública optaram por não realizar

licitações na modalidade contratação integrada. São eles: Empresa de Pesquisa e Logística – EPL, Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação – FNDE, Companhia Nacional de Abastecimento – Conab, Ministério da Justiça e Secretaria de Política para as Mulheres.

4.2. Etapa 2 – Fórum

As discussões centraram-se na metodologia de gerenciamento de riscos para obras rodoviárias instituída de forma pioneira pelo Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes – DNIT, pois a mesma se constitui na principal referência nacional sobre gerenciamento de riscos aplicados a obras na modalidade contratação integrada no âmbito do RDC.

Além do Guia PMBOK (2013), as referências das publicações elaboradas pelo DNIT, Instrução de Serviço/DG nº 01, de 2/1/2014 e Guia de Gerenciamento de Riscos de Obras Rodoviárias – Fundamentos, foram o FHWA (2006) e o CALTRANS (2012).

A apresentação propriamente dita foi baseada na abordagem de cada etapa que compõe a sequência da metodologia: i) identificação de riscos, ii) análise quantitativa de riscos e iii) planejamento das respostas aos riscos.

Destaca-se que a elaboração dessa metodologia visou dar efetivo cumprimento aos comandos estabelecidos no Decreto regulamentar do RDC, os quais preveem a possibilidade de inserção da taxa de risco (reserva de contingência) nos orçamentos estimados das contratações integradas desde que fundamentada em metodologia formalmente aprovada.

De acordo com a metodologia desenvolvida, a reserva de contingência é um valor estabelecido a partir de cenários de riscos que é acrescido ao orçamento estimado de referência, com vistas a remunerar a transferência de riscos ao contratado.

A primeira etapa da metodologia objetiva a identificação dos riscos que podem impactar o empreendimento e é encerrada com a conclusão da matriz de riscos, que é o instrumento que registra os riscos identificados, os agrupa por família de serviços e os aloca entre as partes que serão responsáveis pelo ônus financeiro em termos contratuais (contratante, contratada, seguradora).

A etapa de análise quantitativa de riscos se caracteriza pela análise numérica da probabilidade de ocorrência de cada risco listado na matriz de riscos e avaliação do impacto dos riscos no valor do empreendimento, por meio da técnica matemática de simulação de Monte Carlo, efetuado a partir do aplicativo @Risk instalado no Microsoft Excel.

Na etapa de planejamento das respostas aos riscos, há objetivamente a precificação do risco transferido, onde os gestores analisam os vários cenários possíveis de orçamentos e definem aquele que melhor reflete a realidade de um determinado empreendimento.

Definido o cenário, a reserva de contingência é quantificada e é alocada no orçamento estimado do empreendimento, com vistas a remunerar a transferência dos riscos ao contratado.

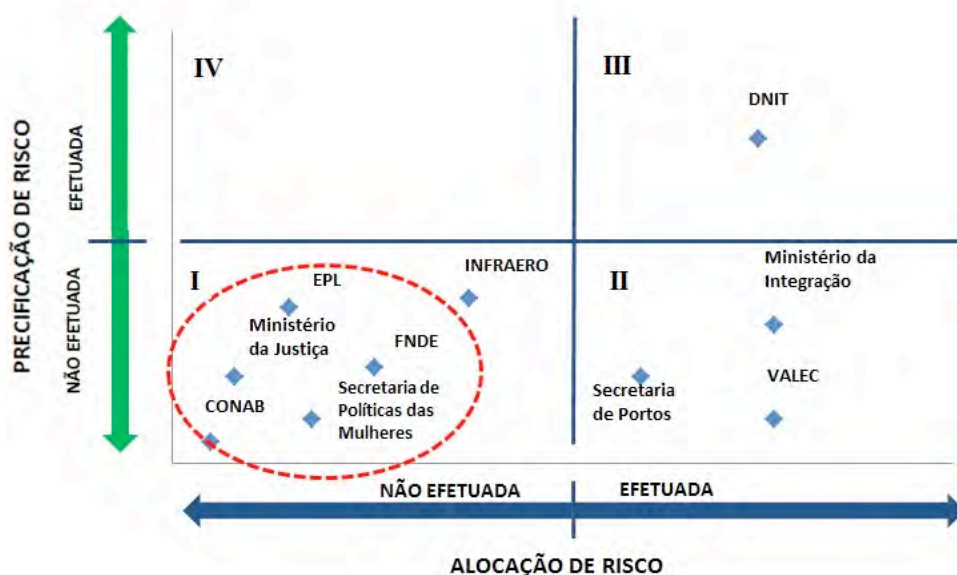
Em contraposição a proposta do DNIT, destaca-se a metodologia de BAETA (2014) com abordagem conceitual alternativa para o cálculo de contingências a partir de simulações de Monte Carlo.

Com o intuito de dar amplo conhecimento aos temas tratados no âmbito do Fórum, todas as apresentações realizadas foram disponibilizadas no sítio eletrônico do evento.

4.3. Etapa 3 – Matriz de Avaliação do nível de maturidade

A figura 2, a seguir, representa o posicionamento gráfico das principais instituições contratantes em cada um dos cenários apresentados, incluindo o subgrupo de órgãos que não realizaram certames nesse regime de execução contratual, que foram alocados a título de posicionamento no Cenário I.

Figura 2 – Cenários de Maturidade da Administração Pública Federal



Fonte: elaborado pelo autor

Em síntese, a maioria dos órgãos encontra-se nos estágios I (maturidade inicial) e II (maturidade intermediária). O DNIT, além de pioneiro no estabelecimento de uma metodologia de gerenciamento de riscos, comparativamente aos demais, é o órgão que se encontra no estágio III (maturidade avançada), pois, em que pese a necessidade de aperfeiçoamento da metodologia, é o único órgão da administração pública federal que aloca e precifica o risco dos empreendimentos licitados na modalidade contratação integrada.

Importa destacar que o Cenário IV (inadequado), onde o risco não é alocado, contudo é precificado, é um cenário hipotético, pois não é possível precificar o risco sem alocá-lo antes.

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Apresentou-se, neste artigo, uma avaliação do panorama atualizado do estágio em que se encontram os principais órgãos e entidades federais contratantes de obras públicas que utilizaram a modalidade de execução contratação integrada no âmbito do RDC, até o momento da pesquisa.

A contratação integrada, além de ser um tema novo no escopo das obras públicas brasileiras, abrange consigo nessa nova sistemática de licitação, aspectos sobre alocação e precificação de risco, cujos contornos não estão estabelecidos em normatização técnica nacional, exigindo nesse atual estágio de desenvolvimento ainda maior atenção por parte de todos os agentes envolvidos na cadeia de valor que abrange a contratação e execução de obras públicas.

As mudanças legislativas e consequentes novas orientações jurisprudenciais tem exposto a necessidade de uma melhor distribuição das obrigações entre os agentes envolvidos na contratação, execução e operação dos ativos. Para que o processo seja equânime e transparente, é necessário o estabelecimento de um fluxo decisório que requer o mapeamento e mensuração dos fatores que representem ameaças e oportunidades para o sucesso do empreendimento. A partir desta etapa, são definidas ações para contornar eventualidades e sinistros, bem como definir os responsáveis pela mitigação e responsabilização perante os riscos envolvidos.

Da análise realizada, verifica-se que o tema gestão de riscos ainda não está bem entendido e difundido na Administração Pública Federal.

REFERÊNCIAS

AACE INTERNATIONAL. **10S-90: Cost Engineering Terminology**. Estados Unidos: 2013.

ALTOUNIAN, C. S.; CAVALCANTE, R. J.. **RDC e contratação integrada na prática: 250 questões fundamentais**. 2 ed. rev. e ampl. Belo Horizonte: Fórum, 2014.

BAETA, A.P. **Regime Diferenciado de Contratações Públicas – Aplicado às Licitações e Contratos de Obras Públicas**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Pini, 2014.

_____. **Calculando contingências em orçamentos de obras públicas utilizando simulações de Monte Carlo – estudo do caso do orçamento de uma quadra poliesportiva**. Maio 2014. Disponível em: <http://www.ibraop.org.br/artigos/xvi-sinaop-iv-oficina-internacional/media/sinaop/16_sinaop/apenas/ap/Calculando_Contingencias_orcamentos_obras_simulacao_MonteCarlo.pdf>. Acesso em: 1º maio 2015.

BRASIL. **Lei n.º 12.462, de 4 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: 1º maio 2015.

_____. **Decreto n.º 7.581, de 11 de outubro de 2011**. Regulamenta o Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC, de que trata a Lei n.º 12.462, de 4 de agosto de 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2011/Decreto/D7581.htm>. Acesso em: 1º maio 2015.

_____. **Decreto n.º 8.080, de 20 de agosto de 2013**. Altera o Decreto n.º 7.581, de 11 de outubro de 2011, que regulamenta o Regime Diferenciado de Contratações Públicas - RDC, de que trata a Lei n.º 12.462, de 4 de agosto de 2011. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/Decreto/D8080.htm>. Acesso em: 1º maio 2015.

_____. Tribunal de Contas da União. **Acórdão TCU nº 1.510/2013 - Plenário**. Relator: Ministro Valmir Campelo. Ata nº 22/2013, sessão de 19/06/2013.

_____. Tribunal de Contas da União. **Relatório de Fiscalização – Sintético nº 1361/2012**. Disponível em: <http://www.camara.gov.br/internet/comissao/index/mista/orca/orcamento/OR2014/Fiscobras2013/anexo2/SINTETICOS\sintético_2012_1361.pdf>. Acesso em: 1º maio 2015.

CALTRANS. **Project Risk Management Handbook: A Scalable Approach**. Sacramento, 2012.

FHWA. **Guide do Risk Assessment and Allocation for Highway Construction Management**. Washington DC, 2006.

PMI. **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK) – 5ª Edição**. Newtown Square, 2013.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

Gestão e Desempenho das Edificações / Gestión y Rendimiento de las Edificaciones



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PRÉ-FABRICAÇÃO EM CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL: CARACTERIZAÇÃO DE PRODUTOS

PEREIRA, Bruno Abreu (1); CAMBRAIA, Fabrício Borges (2)

(1) Universidade Federal de Juiz de Fora (UFJF), (32) 2102-3411, e-mail: bruno.pereira2006@hotmail.com; (2) UFJF, (32) 2102-3411, e-mail: fabricio.cambraia@engenharia.ufjf.br

RESUMO

Não é recente a busca pela introdução de conceitos de racionalização ou industrialização na construção. O emprego da pré-fabricação em concreto pode resultar, por exemplo, em redução de perdas, ganhos em qualidade e velocidade na execução de obras, sendo produtos geralmente estudados de forma isolada e sem parâmetros de diferenciação entre eles. Este estudo propõe uma caracterização de produtos pré-fabricados de concreto de uso comum na indústria da construção. A partir da definição de uma planilha, construída inicialmente por meio da literatura, realizou-se um estudo exploratório em uma fábrica de pré-fabricados de concreto, na qual a planilha foi aplicada e aprimorada. A planilha estabeleceu seis categorias de enquadramento dos produtos, parametrizando elementos diferenciadores entre eles. No caso estudado, por exemplo, identificou-se que os produtos produzidos atendem diferentes subsetores da indústria da construção, nos segmentos de postes de concreto e construção industrializada, especialmente tratando-se de sistemas e componentes construtivos, que utilizam as tecnologias de concreto armado vibrado e protendido pré-tensionado. Em que pese à simplicidade da planilha de caracterização proposta, ressalta-se a necessidade de novos estudos para o aprimoramento e aprofundamento da mesma.

Palavras-chave: Racionalização, Industrialização, Concreto, Pré-fabricação.

ABSTRACT

The implementation of new rational concepts and procedures in the construction environment has been avoided for sometime. Prefabricated concrete structures are a recent advancement whereby quality, and strength of structures has been significantly improved, reducing costs, waste, and environmental impact. These are generally being reviewed in isolation from one another. This paper aims to review all properties of prefabricated structures, characterizing them for widespread implementation and use throughout the construction industry. For this, a table has been constructed from literature found in case studies from factories developing and producing these structures. The table is composed of six frameworks that review different elements of each, including products that meet specifications of sub-sectors, in the fields of concrete poles and industrialized construction. In particular, reinforced vibrated concrete components or pre-tensioned pre-stressed for high strength applications. The requirement for more studies into these procedures is crucial.

Keywords: Rationalization, Industrialization, Concrete, Pre-Fabrication.

1 INTRODUÇÃO

As tecnologias corriqueiramente utilizadas na construção são tidas como conservadoras e caracterizadas por perdas de diferentes natureza e baixa qualidade do produto final (NASCIMENTO; SANTOS, 2003). Uma alternativa para melhorias se baseia na adoção de técnicas e produtos que introduzam os conceitos de racionalização e industrialização, tais como os produtos pré-fabricados de concreto. Entende-se que a racionalização, ao contrário da industrialização, não envolve grandes investimentos em equipamentos,

permitindo ganhos de produtividade e minimização de custos e prazos, sem implicar na ruptura da base produtiva que caracteriza o setor da construção (FARAH, 1988).

Os produtos de concreto pré-fabricados, diferentemente dos pré-moldados, são aqueles produzidos fora do local de utilização permanente, executados industrialmente, com rigoroso controle de qualidade e mão de obra especializada (EL DEBS, 2000). Segundo Pigozzo, Serra e Ferreira (2006), a produção de peças pré-fabricadas emprega máquinas e equipamentos industriais, sendo peças que, depois de moldadas, são submetidas a processos de cura, com temperatura e umidade controladas de acordo com especificações pré-estabelecidas. A utilização de sistemas automatizados na produção facilita os controles e resulta em índices de desperdício de materiais quase nulos.

Na construção, a pré-fabricação em concreto apresenta vantagens em termos econômicos, eficiência produtiva, desempenho técnico e condições favoráveis de trabalho e de sustentabilidade, dentre outras (ABCIC, 1986; PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2006; SANTOS; PEREIRA, 2006). Pigozzo, Serra e Ferreira (2006) consideram que a redução no prazo de execução da obra torna-se uma vantagem, desde que haja disponibilidade de capital ou a necessidade de seu rápido retorno. Além disto, a redução de prazos também é favorecida pela menor dependência em relação às condições climáticas.

Santos e Pereira (2006) salientam o impacto em termos de sustentabilidade, à medida que, comparativamente à construção tradicional, podem-se atingir menores índices de perdas de materiais e de retrabalhos, além da redução de resíduos e no consumo de energia. Os sistemas construtivos pré-fabricados, em particular, normalmente possuem melhor desempenho estrutural e durabilidade quando comparados com as construções moldadas no local, principalmente pelo melhor controle da qualidade (ABCIC, 1986).

Apesar das vantagens mencionadas em relação principalmente aos produtos de concreto moldados no local, os pré-fabricados ainda não são amplamente utilizados pela indústria da construção civil. Isto se deve a uma série de barreiras e entraves que inibem uma ampliação de sua absorção, tais como fatores macroeconômicos e sociais, carência de escolas especializadas e profissionais qualificados, taxa fiscal diferenciada, ausência de padronização, reduzido número de empresas atuantes nesse ramo, e falta de tradição no mercado (CANASSA; FERREIRA; SERRA, 2007; CLETO, 2006; PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2006).

A falta de tradição e barreiras culturais são obstáculos apontados por Pigozzo, Serra e Ferreira (2006), à medida que sob o ponto de vista dos usuários, é necessário o desejo de se habitar em uma casa modulada e montada, enquanto que o projetista deve quebrar a falsa ideia de limitação das possibilidades estéticas, por exemplo. Além disto, em decorrência do fato de serem industrializados, os pré-fabricados são geralmente mais caros que os produtos moldados no local, visto que sofrem uma maior incidência de carga tributária (CANASSA; FERREIRA; SERRA, 2007).

Apesar da busca por avanços tecnológicos na construção, percebe-se a necessidade de manutenção de empregos e a absorção de mão de obra com menor qualificação, o que favorece a continuidade dos métodos tradicionais de construção, que usa intensivamente o trabalho e com menor custo (CLETO, 2006). A desarticulação setorial e conseqüente falta de padronização dos produtos também é entrave na difusão dos pré-fabricados (PIGOZZO; SERRA; FERREIRA, 2006). Os produtos são geralmente específicos, o que torna difícil seu uso simultâneo por diferentes empresas.

Apesar de representar uma alternativa tecnológica e das diversificadas possibilidades de uso, a literatura é limitada no que diz respeito à caracterização desses produtos. Os estudos geralmente são focados em um ou outro produto individual (reduccionismo), buscando-se, por exemplo, analisar suas propriedades e características de desempenho (BASTOS, 1999; BARBOSA, 2007) ou sistemáticas específicas de execução (OLIVEIRA, 2002). Contudo, há necessidade de uma visão que explicita as diferentes possibilidades de emprego desses produtos e reflita fatores culturais e sociais de seu uso, além de sua inserção na indústria, por exemplo. Diante disto, este estudo propõe uma caracterização dos produtos pré-fabricados de concreto, por meio de um estudo exploratório realizado em uma empresa que atua neste ramo econômico.

2 PRÉ-FABRICAÇÃO EM CONCRETO NA CONSTRUÇÃO CIVIL

El Debs (2000) salienta que os produtos de concreto produzidos fora do local de utilização permanente podem ser divididos em pré-fabricados ou pré-moldados. O pré-fabricado é aquele executado industrialmente, mesmo que em instalações temporárias nos canteiros de obra, em condições rigorosas de controle de qualidade, e sua produção deve contar com pessoal qualificado, organização de laboratório e todas as instalações permanentes necessárias ao controle de qualidade. Já os produtos pré-moldados são aqueles que também são executados fora do local de utilização definitiva, porém como menor rigor nos padrões de controle de qualidade.

A indústria da construção civil pode ser dividida quanto a finalidade do produto final em três subsetores: construção pesada, montagem industrial ou edificações (FARAH, 1988). Os produtos pré-fabricados usados nesta indústria se enquadram nos produtos chamados genericamente de artefatos de cimento. De acordo com a Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP, 2009), artefato de cimento trata-se de um termo que se relaciona com produtos de natureza e utilização diversas, sendo que a característica que melhor explica o termo “artefato” é o fato de ser produzido em uma indústria e não na obra.

O estudo do SEBRAE/SP (2002) caracteriza a indústria dos artefatos de cimento por nove segmentos de produtos: argamassas (revestimentos, colantes e rejuntamento para cerâmica); blocos (alvenaria e pavimentação); fibrocimento (telhas e caixas d’água); lajes pré-fabricadas (lajes, pré-lajes e painéis); postes de concreto (distribuição, redes de transmissão e entrada do domicílio); tubos de concreto (esgotos e águas pluviais); ladrilhos hidráulicos (pisos); construção industrializada (sistemas construtivos pré-fabricados), e; outros (vasos, escadas, caixas de esgoto, mourões, etc.). Do grupo de nove segmentos de produtos, em dois deles (argamassas e fibrocimento) não é empregado o concreto com matéria-prima básica.

Estes produtos apresentam em diferentes configurações ou tipologias, podendo-se ser divididos em sistemas, componentes ou elementos construtivos. Os sistemas construtivos representam as soluções mais completas no que diz respeito aos princípios da racionalização e industrialização. Os sistemas construtivos pré-fabricados de concreto podem ser divididos em estruturais (esqueleto ou paredes estruturais) e celulares (ALBUQUERQUE; EL DEBS, 2005). Segundo El Debs (2000), os sistemas estruturais, como o próprio nome indica, são soluções específicas para a estrutura do edifício, enquanto que os sistemas celulares (ou elementos tridimensionais ou volumétricos) são células de concreto pré-fabricado, contendo partes das paredes e das lajes, em que o módulo pode chegar completamente pronto na obra.

Considera-se componente pré-fabricado de concreto qualquer artefato passível de utilização na indústria da construção civil, em seus diferentes subsetores, que seja parte ou não de um sistema construtivo pré-fabricado de concreto, mas que pode ser integrado aos projetos de construção convencionais. Os componentes pré-fabricados de concreto podem ser utilizados como uma parte da edificação tais como em fundações (estacas pré-fabricadas, blocos e baldrame), pilares e vigas (em concreto armado ou protendido), lajes (alveolares, nervuradas ou maciças), escadas, dormentes, postes e painéis de fechamento.

Já por elemento pré-fabricado de concreto entendem-se produtos de menor peso e dimensões, geralmente disponíveis em revendas de materiais de construção, tais como blocos para alvenaria e pavimentação, tubos de esgoto e águas pluviais, como também pequenos postes para entrada de energia elétrica em domicílios. Os elementos são produtos conectados diretamente a outros de natureza similar para se alcançar, em conjunto, um determinado objetivo.

3 MÉTODO DE PESQUISA

Este estudo faz parte de uma pesquisa maior, de natureza qualitativa, realizada entre os meses de março e dezembro de 2014, que teve como objetivo a caracterização de produtos pré-fabricados de concreto (recorte do presente artigo) e também a identificação de diretrizes para sua produção. A caracterização foi desenvolvida segundo duas etapas principais: construção da planilha para caracterização de produtos pré-fabricados de concreto e sua validação, que ocorreu por intermédio de um estudo de caso exploratório.

3.1 Planilha para caracterização de produtos pré-fabricados de concreto

A planilha foi elaborada por meio da pesquisa bibliográfica e aprimorada após o estudo exploratório, constituindo-se de uma tabela para caracterização dos produtos em seis diferentes categorias. A Figura 1 apresenta as possibilidades para caracterização dos produtos pré-fabricados de concreto, a saber: subsetor da indústria da construção civil atendido; segmento de produtos da cadeia dos artefatos de cimento; tipologia do produto; tecnologia de concreto utilizado; tipo de demanda para a produção, e; localização. Salienta-se que as duas últimas categorias foram estabelecidas através do estudo exploratório.

Figura 1 – Planilha para caracterização de produtos pré-fabricados de concreto

PRODUTOS	Subsetor atendido	Segmento de Produtos	Tipologia	Tecnologia de Concreto	Demanda de produção	Localização
Produto A						
Produto B						
Produto C						
Produto D						
Produto E						

Fonte: Pereira (2014)

A primeira categoria (subsetor atendido) apresenta a caracterização do produto frente ao subsetor da indústria da construção a ele relacionado ou que o mesmo é aplicado corriqueiramente (edificações, construção pesada ou montagem industrial). A segunda categoria (segmento de produtos) está relacionada com a proposta apresentada no estudo do SEBRAE/SP (2002), que dividiu a indústria de artefatos de cimentos em nove

segmentos. Na proposta deste estudo são aplicados sete possibilidades de enquadramento para os produtos: blocos; lajes pré-fabricadas; postes de concreto; tubos de concreto; ladrilhos hidráulicos; construção industrializada, e; outros.

Na terceira categoria, os produtos devem ser classificados segundo sua tipologia, que está relacionada com os conceitos de sistema, componente ou elemento pré-fabricado. A quarta categoria diz respeito à tecnologia de concreto empregada na produção do produto, que pode ser de concreto armado vibrado, centrifugado ou prensado e concreto protendido pré ou pós-tensionado.

Já a quinta categoria relaciona-se com o tipo de demanda para o início da produção na fábrica, que pode ser empurrada, quando os produtos forem fabricados sem a existência de pedidos prévios, ou puxada, isto é, quando os produtos são fabricados somente após a solicitação dos clientes. A última categoria, por sua vez, trata-se da localização da unidade produtiva, o que está relacionada diretamente com as demandas regionais e mercado consumidor especialmente no entorno.

3.2 Caracterização do estudo exploratório

O estudo aconteceu em uma fábrica de produtos pré-fabricados de concreto, identificada através de uma pesquisa na internet. O critério de seleção era de que a empresa se localizasse nas proximidades do local de realização da pesquisa e dispusesse de uma *website* organizada e que permitisse uma caracterização inicial mínima dos pré-fabricados de concreto produzidos. Neste caso foi identificada apenas uma empresa que atendia ao critério estabelecido. Após contato com representantes da empresa e a obtenção do aceite em participar do estudo, foi agendada uma visita à empresa, com o objetivo de conhecer seus processos produtivos, aprofundar na compreensão dos produtos e de seu mercado consumidor.

Trata-se de uma empresa de natureza familiar, que tem sede no estado de Minas Gerais (MG) e uma filial localizada no estado de Pernambuco (PE). As atividades da empresa começaram a cerca de vinte e seis anos, ligada a uma pedreira da própria família, que até hoje fornece matéria-prima para a fabricação de seus produtos. Atualmente a empresa conta com cerca de duzentos e cinquenta empregados, sendo que uma grande parcela desses trabalhadores está vinculada diretamente com as atividades produtivas. Uma menor parcela tem suas atividades ligadas à administração, comercialização e ao controle de qualidade.

A coleta de dados ocorreu através de uma visita à matriz da empresa, que teve duração de 8 horas, sendo complementada por contatos telefônicos e troca de *e-mails* posteriores. Foram empregadas várias fontes de evidências, sendo realizadas entrevistas semiestruturadas, observação direta com registro fotográfico e coleta de documentos. O conteúdo das entrevistas visava a, sobretudo, levantar informações aprofundadas dos produtos e da sistemática de produção dos mesmos, sendo que as mesmas foram realizadas em dois distintos momentos. No primeiro, o entrevistado foi o gerente de controle de qualidade, que descreveu em linhas gerais um pouco do histórico da empresa, características do processo de produção, os produtos e serviços prestados, como também caracterizou os principais clientes e descreveu as perspectivas de atuação futura da empresa.

Em um segundo momento realizou-se uma entrevista em conjunto, que envolveu um diretor de produção, um engenheiro de negócios e o gerente de controle da qualidade. Esta entrevista teve caráter complementar à primeira, de forma a possibilitar um aprofundamento de algumas questões, como também coletar novos dados por meio de

outras visões. Durante a entrevista foram coletados também jornais e catálogos de produtos da empresa, que complementaram as informações levantadas previamente na *website* da empresa.

As observações diretas ocorreram nos setores de produção da empresa, com o auxílio presencial do gerente de controle da qualidade e do engenheiro de negócios. Essas observações foram complementadas pelo registro fotográfico dos processos de produção e produtos da empresa.

4 RESULTADOS

4.1 Aplicação da planilha para caracterização dos produtos pré-fabricados

No início de suas atividades comerciais, a empresa estudada fabricava produtos diferentes dos produzidos atualmente, os quais seriam caracterizados segundo a tipologia, por exemplo, em elementos construtivos (manilhas, pias, blocos de concreto e outros). Com a identificação de novas demandas no mercado, a empresa começou a ofertar componentes e sistemas construtivos. A Figura 2 apresenta a caracterização de seus pré-fabricados de concreto, que contempla cinco diferentes linhas de produtos.

Figura 2 – Caracterização dos produtos no caso estudado

Produtos	Subsetor	Segmento	Natureza	Tecnologia	Demanda	Localização
Postes	Construção Pesada	Postes de Concreto	Componentes	Concreto Armado Vibrado	Empurrada	MG / PE
Subestações e linhas de transmissão	Montagem Industrial	Postes de Concreto	Componentes	Concreto Armado Vibrado	Puxada	MG / PE
Galpões	Edificações	Construção Industrializada	Sistema	Concreto Armado Vibrado	Puxada	MG / PE
Dormentes	Construção Pesada	Outros	Componentes	Concreto Protendido pré-tensionado	Puxada	MG
Estacas	Edificações	Outros	Componentes	Concreto Protendido pré-tensionado	Empurrada	MG

Fonte: Pereira (2014)

Os postes são produzidos em concreto armado vibrado, para uso em distribuição urbana e rural, iluminação pública, além de rede aérea em ferrovias, telefonia fixa e móvel. Esses produtos são feitos em vários tamanhos e tipos (duplo T, retangular tipo A e circular), conforme pode ser observado na figura 3. Os postes são produzidos nas duas unidades produtivas da empresa (MG e PE), sendo os produtos mais vendidos da empresa, principalmente os de seção circular. A produção diária é superior a cem postes e ocorre independentemente de pedidos prévios.

Figura 3 – Diferentes tipos de postes produzidos pela empresa estudada



Fonte: Pereira (2014)

A empresa dispõe de duas distintas linhas de produção de postes, sendo uma de postes de uso geral e outra específica para subestações e linhas de distribuição de energia. Nesta última, os componentes são absorvidos pelo subsetor de montagem industrial, sendo constituída por produtos de maiores dimensões e projetos específicos, composta por postes em duplo T, retangular tipo A e circular, além de cruzetas e anéis. Esses produtos são fabricados em concreto armado vibrado, nos estados de MG e PE, com produção puxada.

O sistema construtivo para galpão pode ser usado em edifícios de supermercados, escolas, depósitos, armazéns, estacionamentos e shoppings, ou seja, edificações industriais e comerciais. Este sistema construtivo se restringe a parte estrutural, não sendo constituído por componentes de vedação horizontal e vertical (sistema estrutural tipo esqueleto). Sua produção utiliza a tecnologia de concreto armado vibrado, acontecendo tanto em MG quanto em PE, porém em maior quantidade no último Estado, devido à alta demanda por galpões na região. Sua produção realiza-se mediante projetos específicos e particulares, não havendo um produto previamente definido e para pronto entrega.

Os dormentes são componentes fabricados em concreto protendido pré-tensionado, que apresentam diferentes configurações, tais como monobloco protendido (bitola mista, bitola larga, bitola métrica e bitola universal), bloco para via sem lastro LVT (*LowVibrationTracking*) e aparelhos de mudança de via (AMV). Esses produtos são os de tecnologia mais avançada e os mais recentes em produção na empresa, sendo fabricados somente na sede da empresa (MG). Sua produção ocorre somente após a realização dos pedidos e, apesar de certo padrão de peças, a empresa desenvolve soluções personalizadas para atender as necessidades específicas de cada cliente.

As estacas são produzidas em concreto protendido pré-tensionado, podendo ser de vários tamanhos e dimensões transversais, porém com comprimento máximo de oito metros. A empresa produz estacas para pronto entrega, sendo as mesmas produzidas apenas em Minas Gerais. Porém, a demanda por esses produtos tem diminuído muito pelo fato do crescimento de outros métodos como, por exemplo, o de hélice contínua.

4.2 Discussão dos resultados do estudo exploratório

A empresa tem uma atuação diversificada, oferecendo produtos pré-fabricados de concreto para os três subsetores da indústria da construção civil. Seu foco está especialmente no segmento de postes de concreto (subestações e linhas de transmissão e postes) e construção industrializada (galpões), além de oferecer dois produtos enquadrados no segmento outros (dormentes e estacas). Os dormentes representa um de seus nichos específicos e de maior investimento em tecnologia, atendendo clientes localizados principalmente nos Estados do Rio de Janeiro e São Paulo.

Com exceção do sistema estrutural para galpões, todos os demais produtos pré-fabricados são componentes para construção. A tecnologia de concreto vibrado é utilizada em três das cinco linhas de produtos, enquanto que nas duas outras (dormentes e estacas) empregam-se a tecnologia de concreto protendido pré-tensionado. A produção com uso das tecnologias de concreto armado centrifugado e prensado, como também de concreto protendido pós-tensão, por exemplo, não são adotadas neste caso.

A produção puxada é notada em três linhas de produtos (subestações e linhas de transmissão, galpões e dormentes) da empresa investigada, atendendo requisitos de projeto específicos para cada cliente. Já nas linhas de postes e estacas, a produção é empurrada, isto é, não condicionada aos requisitos de projetos específicos.

Com exceção dos componentes dormentes e estacas, que atendem especialmente o mercado da região sudeste do Brasil, os demais produtos são produzidos nas duas unidades produtivas da empresa. Na filial de Pernambuco, a principal demanda produtiva diz respeito aos sistemas estruturais para galpões, muito provavelmente pela proximidade com o porto de Suape.

Embora exista a intenção da fabricação de novos produtos dentro das possibilidades de aplicações identificadas, em particular de lajes pré-fabricadas e paredes de fechamento de concreto, a empresa ainda não conseguiu viabilizar esses produtos, tornando-os interessante para seus negócios. Mesmo em relação aos produtos de seu portfólio, os entrevistados consideram que o mercado ainda é bastante conservador em relação aos artefatos pré-fabricados, percebendo uma falta de investimentos tanto do setor público quanto do privado. Por exemplo, especificamente para o mercado de dormentes, a principal barreira levantada é com o governo, que ainda investe muito pouco em ferrovias pelo país, o que faz que a grande maioria dos clientes da empresa seja do setor privado.

Para a introdução de novos sistemas construtivos pré-fabricados (paredes portantes ou celulares, por exemplo), a grande dificuldade, segundo os entrevistados, está na tradição e cultura. Além disto, esses produtos sofrem alta concorrência dos sistemas tradicionais, tanto pela tradição quanto pelo maior custo direto, em decorrência de fatores tal como a maior incidência de impostos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo contribui para o melhor entendimento dos diferentes tipos de produtos pré-fabricados passíveis de serem utilizados na indústria da construção, de forma a caracteriza-los por meio da proposição de seis categorias (ou parâmetros), definidos a partir da literatura e de um estudo exploratório. As categorias dizem respeito ao posicionamento do produto em um dos três subsectores da construção civil (edificações, construção pesada ou montagem industrial), com o segmento de produto no cerne da indústria de artefatos de cimento, com a tipologia do produto (sistema, componente ou elemento construtivo), com a tecnologia de concreto utilizada na fabricação e tipo de demanda para o disparo da produção (puxada ou empurrada), como também com a localização da fábrica frente a existência de mercado consumidor. Contudo, entende-se que há uma necessidade de novos estudos para aprimoramento e aprofundamento da caracterização proposta, especialmente por meio de novos estudos de campo. Outros temas relacionados com o assunto também podem ser objeto de novas pesquisas, com intuito de, por exemplo, aprofundar na compreensão de questões técnicas e gerenciais, especialmente voltadas à gestão da produção de pré-fabricados.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, A. T.; EL DEBS, M. K. Levantamento dos sistemas estruturais em concreto pré-moldado para edifícios no Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA-PROJETO-PRODUÇÃO EM CONCRETO PRÉ-MOLDADO, 1., 2005, São Carlos. **Anais...** São Carlos: EESC/USP, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA DE CONCRETO (ABCIC). **Manual técnico de pré-fabricados de concreto.** São Paulo: ABCIC, 1986.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Artefatos de cimento.** Disponível em: <<http://www.abcp.org.br/conteudo/basico-sobre-cimento/aplicacoes/artefatos-de-cimento#.VH7mWdLF-dk>>. Acesso em: 3 dez. 2014.

BARBOSA, P. Contribuição à inspeção, diagnóstico e procedimento de reabilitação de poste de concreto armado. 2007. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

BASTOS, P. S. S. **Análise experimental de dormentes de concreto protendido reforçados com fibras de aço.** 1999. Tese (Doutorado em Engenharia) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 1999.

CANASSA, P.A.V.A.; FERREIRA, M.de A.; SERRA, S.M.B. A Utilização de Estruturas Pré-fabricadas de Concreto em Construções Mistas no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DO CONCRETO, 49., 2007, Bento Gonçalves. **Anais...** Bento Gonçalves: IBRACON, 2007.

CLETO, F. R. **Referenciais tecnológicos para a construção de edifícios.** 2006. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil, São Paulo, 2006.

EL DEBS, M.K. **Concreto pré-moldado: Fundamentos e Aplicações.** São Carlos: EESC/USP, 2000.

FARAH, M. F. S. Diagnóstico tecnológico da indústria da construção civil: caracterização geral do setor. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Tecnologia de Edificações.** São Paulo: PINI, 1988. p. 685-690.

NASCIMENTO, L.A.; SANTOS, E. T. A indústria da construção na era da informação. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 3, n. 1, p. 69-81, jan./mar. 2003.

OLIVEIRA, L. A. **Tecnologia de painéis pré-fabricados arquitetônicos de concreto para emprego em fachadas de edifícios.** 2002. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2002.

PEREIRA, B. A. **Pré-fabricados de concreto na construção civil: caracterização de produtos e diretrizes para produção.** 2014. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2014.

PIGOZZO, B.N.; SERRA, S.M.B.; FERREIRA, M.A. A influência dos pré-fabricados em concreto armado no ciclo de industrialização da construção. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

SANTOS, A.; PEREIRA, A.C.W. Diretrizes para a implantação de sistemas de vedação na habitação de interesse social através da modulação. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., 2006, Florianópolis. **Anais eletrônicos...** Florianópolis: ENTAC, 2006.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS DE SÃO PAULO (SEBRAE/SP). **Estudo da Indústria de Artefatos de Cimento no Estado de São Paulo.** São Paulo: SEBRAE/SP, 2002. Disponível em: <http://www.sebraesp.com.br/arquivos_site/biblioteca/EstudosPesquisas/estudos_setoriais/artefatos_cimento.pdf>. Acesso em: 11 nov. 2014.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ATENDIMENTO AO REQUISITO MANUTENIBILIDADE DA NBR 15575:2013 EM UM EMPREENDIMENTO HABITACIONAL

ZANOTTO, Gustavo (1); LANTELME, Elvira (2); COSTELLA, Marcelo (3), LAVAL, Luiz Gustavo (4)

(1) Escola de Engenharia - Faculdade IMED, e-mail: zanottoengenharia@gmail.com ; (2) Escola de Engenharia - Faculdade IMED, e-mail: elvira.lantelme@imed.edu.br, (3) Mestrado em Tecnologia e Gestão da Inovação no Ambiente Construído - UNOCHAPECÓ, costella@unochapeco.edu.br. (4) Escola de Engenharia - Faculdade IMED, e-mail: luiz.gustavo@imed.edu.br

RESUMO

A manutenibilidade das edificações é definida na NBR15575:2013 como o grau de facilidade que um sistema, elemento ou componente apresenta de se mantido ou recolocado no estado que possa executar as suas funções requeridas no projeto. Neste sentido, a Norma de Desempenho estabelece as responsabilidades de projetistas, construtoras e dos usuários no atendimento a este requisito. Entretanto, a questão manutenibilidade não tem sido levada em consideração durante o projeto, tendo como resultado elevados custos e dificuldades para a realização de manutenção e a conseqüente redução da durabilidade de elementos e componentes da edificação. Este artigo apresenta uma avaliação do atendimento ao requisito Manutenibilidade de um empreendimento habitacional na cidade de Passo Fundo/RS. Para a realização deste estudo procedeu-se à avaliação do projeto e vistoria do local, bem como análise do Manual do Usuário entregue aos moradores e ao condomínio e registros de assistência técnica da construtora. Este artigo apresenta diretrizes para o atendimento do requisito manutenibilidade durante as diferentes etapas do processo de projeto.

Palavras-chave: Manutenibilidade; NBR 15575:2013; Inspeção Predial

ABSTRACT

The maintainability of a building is defined in NBR15575:2013 as the easiness that a system, element or component has to be maintained or replaced in the state that it can perform the functions required in the project. In this sense, the Brazilian Performance Standard sets out the responsibilities of designers, builders and users in meeting this requirement. However, this issue has not been properly taken into account during design, resulting in high maintenance costs and difficulties in carrying out maintenance procedures and a consequent reduction in the durability of elements and components of the building. This article presents an evaluation of the attendance of Maintainability requirements in a building project constructed in the city of Passo Fundo / RS. For this study, an evaluation of the building designs was carried out, followed by the local inspection of the building, as well as the analysis of the User's Manual delivered to residents and condominium and the technical assistance records. This article presents some guidelines to the attendance of Maintainability requirement during the different stages of the design process.

Keywords: *Manutenibility; NBR 15575:2013; Building inspection.*

1 INTRODUÇÃO

A Norma de Desempenho de Edificações, ABNT NBR 15575:2013 (ABNT, 2013) tem como principal objetivo a melhoria de qualidade da habitação, considerando as necessidades dos seus usuários. Para isto leva em consideração a durabilidade e a vida útil dos sistemas, componentes e materiais empregados na construção.

O conceito de durabilidade de acordo com a ISO 13823 (ISO, 2008) é a capacidade de um sistema ou componente de satisfazer requisitos de desempenho definidos no projeto, durante um determinado período de tempo e dentro de determinadas condições de ambientais. Esta definição considera ainda que a durabilidade está intrinsecamente relacionada com a existência de manutenções planejadas ao longo da vida útil da edificação.

A vida útil de uma edificação, como define a NBR15575-1 (ABNT, 2013), é uma medida temporal da durabilidade. Considera-se a vida útil como o período de tempo a partir do qual a edificação e seus sistemas entram em operação até o momento em que o seu desempenho deixa de atender as exigências do usuário. A Norma de Desempenho estabelece que os projetistas devam definir a Vida Útil de Projeto (VUP), uma estimativa da vida útil da edificação e seus sistemas com base em critérios que consideram os efeitos das falhas no seu desempenho, a facilidade e os custos de manutenção.

Para atender a vida útil de projeto mínima definida na NBR15575-1, cinco aspectos devem ser atendidos: (a) emprego de componentes e materiais de qualidade compatível com a VUP; (b) execução com técnicas e métodos que possibilitem a obtenção da VUP; (c) cumprimento em sua totalidade dos programas de manutenção corretiva e preventiva; (d) atendimento aos cuidados preestabelecidos para se fazer um uso correto do edifício; (e) utilização do edifício em concordância ao que foi previsto em projeto.

Especificamente cabe destacar, considerando os objetivos deste artigo, o impacto que as atividades de uso, operação e manutenção têm sobre a durabilidade das edificações. Este artigo tem por objetivo propor diretrizes para atender ao requisito de Manutenibilidade, descrito na NBR 15575 (ABNT, 2013) no processo de projeto. Este estudo faz parte de um projeto de pesquisa em desenvolvimento pelo grupo de estudo em desempenho da Faculdade IMED, visando à avaliação dos impactos da norma de desempenho sobre o processo de projeto e proposição de diretrizes para sua implantação.

2 MANUTENIBILIDADE

LOPES (1993) traça um histórico da evolução dos estudos sobre manutenção no Brasil e no mundo, destacando a criação do Grupo de Trabalho W70 do CIB (*International Council for Research and Innovation in Building and Construction*) no fim da década de 70 na Europa e, posteriormente no Brasil, a elaboração da NBR 5674 – Manutenção de Edificações em 1980¹, e ainda pela edição de eventos sobre manutenção de edificações na década de 80. Também se destacam as publicações e eventos promovidos pelo Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de São Paulo (IBAPE/SP), relacionadas a normativas, conceitos e procedimentos para a Inspeção Predial (MULLER, 2010).

A manutenção conforme definida na NBR 14037 (ABNT, 2011) consiste de um conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes constituintes a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários. O conceito de manutenção predial evoluiu a partir do estudo de metodologias desenvolvidas em outros setores industriais (PEREZ, 1998), estando inicialmente relacionado com a manutenção corretiva, com foco na recuperação e correção de falhas na edificação, evoluindo em seguida para o conceito de manutenção preventiva, com foco na detecção e prevenção, visando evitar as falhas. Estes estudos

¹ A publicação da NBR5674 se deu em 1998 e recentemente passou por nova revisão, publicada em 2012.

evoluíram com o surgimento da Engenharia de Manutenção, que busca o gerenciamento da manutenção e o estudo de custos ao longo da vida útil da edificação (GARG; DESHMUKH, 2006).

Assim em função da análise de custos ao longo da vida útil, dois conceitos surgem como importantes para a realização de programas de manutenção e previsão de custos: a confiabilidade e a manutenibilidade. A confiabilidade refere-se à probabilidade de um sistema executar a função para a qual foi concebido, dentro de condições especificadas, por um dado período de tempo e a manutenibilidade é a medida da facilidade ou dificuldade de manutenção (PEREZ, 1998), sendo este o conceito apresentado para o requisito Manutenibilidade na NBR 15575 (ABNT, 2013). A importância deste critério surge a partir da crescente demanda dos usuários por imóveis mais duráveis e a preocupação com a redução dos custos de manutenção ao longo da vida útil (CHEW *et al.*, 2004).

A NBR 15575 (ABNT, 2013), estabelece como critérios de avaliação da manutenibilidade: a facilidade ou meios de acesso, considerando que o projeto deve favorecer as condições de acesso para inspeção predial. Entretanto, este critério se atém especificamente ao acesso para manutenção de fachadas, ao enfatizar as condições de suporte e fixação de andaimes e balancins.

Observando-se o Quadro 1, no qual estão listados os critérios e métodos de avaliação de desempenho para o requisito Manutenibilidade em cada um dos sistemas considerados na norma, verifica-se que a Norma de Desempenho remete ainda ao atendimento de outras duas normas técnicas a ABNT NBR 14037:2011 – Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações e a ABNT NBR 5674:2012 – Manutenção de Edificações, que estabelece os requisitos para gestão do sistema de manutenção da edificação.

Basicamente, o atendimento ao requisito de manutenibilidade supõe a elaboração de um sistema de manutenção, ou seja, um conjunto de procedimentos organizados para os serviços de manutenção, adequado às operações e usos da edificação e a correta informação ao usuário através do Manual de Uso, Operação e Manutenção.

A literatura enfatiza ainda outros aspectos relacionados à facilidade de manutenção. CHEW *et al.* (2004), por exemplo, aponta que a facilidade de manutenção deve ser considerada como um fator de tomada de decisão na fase de projeto e sua análise deve utilizar abordagens de custos ao longo da vida útil. Estas abordagens levam em consideração questões como probabilidades de falhas (confiabilidade) e também os custos de manutenção. Entretanto, a abordagem tradicional de projeto leva apenas em consideração na especificação dos materiais, componentes e sistemas da edificação a estética e os custos iniciais, que podem induzir a soluções mais econômicas, porém podem implicar em altos custos de manutenção e operação.

Arditi e Nawakorawit (1999), também enfatizam que a manutenção tem um grande impacto no desempenho da edificação e os problemas de manutenção podem ser minimizados quando as decisões de projeto levam em consideração os custos ao longo da vida útil da edificação.

Segundo Arditi e Nawakorawit (1999), a escolha e especificação de materiais e equipamentos para a edificação tem se tornado complexa em função de uma grande gama de produtos disponíveis no mercado. Porém no Brasil, ainda faltam informações claras dos fabricantes com relação à vida útil de seus produtos e também as operações de manutenção e custos relacionados. Desta forma, os projetistas acabam por fazer

especificações baseados nas experiências anteriores ou com base nos custos iniciais, optando por utilizar componentes familiares ao invés da utilização de novos componentes que poderiam, por exemplo, apresentar menores custos de manutenção.

Arditi e Nawakorawit (1999) e Al-Hammad *et al.* (1997) identificaram entre os principais problemas de manutenção a dificuldade de acesso e de espaço para manuseio de equipamentos e realização das atividades de manutenção; a falta de equipamentos e pessoal especializado para realização de manutenção no mercado; e os impactos da frequência e atividades de manutenção sobre as operações normais da edificação.

Quadro 1² – Requisito Manutenibilidade - NBR15575:2013 (ABNT, 2013)

	Critério	Método de Avaliação
GENERALIDADES	Facilidade ou meios de acesso: o edifício e seus sistemas devem favorecer 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.	<input type="checkbox"/> Análise de projeto: o projeto deve ser adequadamente planejado, de modo a possibilitar os meios que favoreçam as inspeções prediais e a manutenção. <input type="checkbox"/> A incorporadora ou construtora deve fornecer ao usuário um manual que atenda à ABNT NBR 14037:2011. <input type="checkbox"/> A gestão da manutenção deve atender à NBR5674:2012.
ESTRUTURA	Manual de uso, operação e manutenção (MU) do sistema estrutural	<input type="checkbox"/> Verificação do atendimento dos processos de manutenção especificados UM
VEDAÇÕES VERT.	Manual de uso, operação e manutenção dos sistemas de vedação vertical.	<input type="checkbox"/> Análise do manual de uso, operação e manutenção das edificações.
COBERTURAS	Manual de uso, operação e manutenção das coberturas	<input type="checkbox"/> 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.	<input type="checkbox"/> 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".	<input type="checkbox"/> Análise do manual de uso, operação e manutenção.

Fonte: NBR15575: 2013 (ABNT).

3 MÉTODO DE PESQUISA

Esta pesquisa desenvolveu-se através de um estudo de caso exploratório em um empreendimento residencial, localizado na cidade de Passo Fundo/RS.

A etapa inicial da pesquisa foi o estudo criterioso dos requisitos de desempenho Durabilidade e Manutenibilidade através da leitura e discussão do conteúdo apresentado na NBR15575:2013. A fim de compreender cada requisito, seus critérios e métodos de avaliação, foram desenvolvidos protocolos de estudo de caso, visando à avaliação de desempenho para cada um dos requisitos presentes na Norma. Estes estudos foram realizados em uma edificação residencial já construída e ocupada desde julho/2014. A

² Não existem critérios para o sistema de pisos

empresa incorporadora e construtora responsável pelo empreendimento permitiu acesso aos dados e ao local, bem como forneceu os contatos de projetistas, síndico e administradora do condomínio em função de seu interesse de compreensão do atendimento aos requisitos da Norma de Desempenho. Sendo os resultados do estudo foram apresentados à empresa na forma de relatórios.

O edifício analisado é um condomínio residencial de 6.950,00 m² de área construída. O edifício foi projetado em alvenaria estrutural, com 11 pavimentos e 86 unidades autônomas de 1 ou 2 dormitórios, contando ainda com áreas condominiais como salão de festas, depósitos, áreas de serviço e área externa de garagens. O imóvel foi financiado pela CAIXA, através do Programa Minha Casa Minha Vida, para faixa salarial de 1 a 6 salários mínimos.

A primeira etapa da avaliação do Manual de Uso Operação e Manutenção entregue aos usuários (intitulado pela construtora como Manual do Proprietário). Com relação a este documento foram avaliadas as informações constantes no Manual e sua conformidade com a NBR14037 (ABNT, 2011). Também foi realizada uma análise do programa de manutenção proposto no Manual de acordo com a NBR 5674 (ABNT, 2012).

Outro dado analisado foram os registros de assistências técnicas realizadas no período pela construtora. Os registros de assistência técnica da construtora (organizados em papel) foram tabulados e, do total de registros, foram identificados aqueles relacionados a falhas resultantes de falta ou deficiência de informações ao cliente sobre o uso, operação e manutenção da edificação.

A segunda parte da avaliação compreendeu a análise dos projetos e visita ao local, onde foi realizada uma inspeção predial, a fim de verificar as condições de acesso e facilidade para sua realização. A inspeção predial é definida em Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias (IBAPE-SP, 2012) como a análise isolada ou combinada das condições técnicas, de uso e de manutenção da edificação. A norma de desempenho especifica que o projeto deve favorecer a realização de inspeções prediais. Assim, as inspeções prediais podem ser consideradas como um método de avaliação do atendimento a este requisito de desempenho, bem como para avaliação do atendimento de outros requisitos na fase de ocupação.

Seguindo as diretrizes propostas na norma publicada pelo IBAPE-SP (2012) foi elaborada uma lista de verificação que orientou a vistoria da edificação e a identificação de anomalias e falhas em seus sistemas construtivos. Por último foram feitas entrevistas com o síndico e com a administração do condomínio. Nessas entrevistas, procurou-se averiguar se as manutenções previstas no Manual para o período de ocupação da edificação tinham sido realizadas, verificando também a percepção dos entrevistados quanto à importância e dificuldades de sua realização.

Com base na análise conjunta dos requisitos propostos na Norma de Desempenho, na revisão da literatura e nos dados do empreendimento estudado foram propostas diretrizes para o atendimento ao requisito Manutenibilidade ao longo das etapas do desenvolvimento do projeto, desde sua concepção até a etapa de uso e operação.

4 RESULTADOS DO ESTUDO

O Manual entregue pela construtora foi elaborado com base em um modelo proposto pela Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC, 2014). Este modelo foi desenvolvido considerando os requisitos das normas técnicas pertinentes, desta forma, o Manual analisado atende a grande maioria dos itens da NBR14037 (ABNT, 2011),

porém faltam algumas informações quanto à manutenção de alguns sistemas prediais. Dentro do item informações complementares faltam recomendações para situações de emergência e a lista da documentação técnica e legal entregue aos proprietários e condomínio, bem como as responsabilidades por sua renovação e guarda. Porém a falha mais grave está no programa de manutenção preventiva proposto no Manual, como se destaca adiante no artigo.

Analisando as assistências técnicas solicitadas no período (8 meses), verificou-se um total de 15% relacionadas à falhas de informações relativas às atividades de uso, operação e manutenção, por exemplo: reclamações de clientes que ao instalar pisos nas áreas sociais (os apartamentos foram entregues com piso cerâmico somente nos banheiros, cozinhas, sacadas e áreas de serviço) houve perfuração da rede de gás. Analisando o Manual verificou-se que nos projetos *as built* não constavam a localização destas tubulações. Outras reclamações poderiam ter sido resolvidas caso os proprietários tivessem feito a consulta às informações do Manual: como o caso em que a queda da energia no apartamento estava relacionada à instalação de um chuveiro com capacidade acima da prevista no projeto.

O Programa de Manutenção Preventiva proposto no Manual consta de uma lista com os sistemas e componentes das áreas de uso comum, as recomendações de manutenção necessárias e sua periodicidade. A NBR5674 (ABNT, 2012) e também a NBR14037 (ABNT, 2011) recomendam que o Manual deve: (a) apresentar um modelo de programa de manutenção preventiva, constando periodicidade e procedimentos; (b) indicar a obrigatoriedade de registrar as manutenções; (c) constar orientações para realização de inspeções prediais por profissionais habilitados. O primeiro item foi atendido, porém os demais não constam no Manual.

A inspeção predial e análise dos projetos identificaram o atendimento ao critério de facilidade de acesso, tendo sido previsto no projeto estrutural e arquitetônico as condições necessárias para instalação de andaimes, visando a manutenções em fachadas, estando esta informação claramente identificada no Manual.

As entrevistas com o síndico e administradora do condomínio indicam a falta de uma sistemática para a gestão das manutenções. O Síndico considera que a gestão da manutenção é responsabilidade da administradora do condomínio, embora tenha declarado ter se envolvido pessoalmente com estas atividades em algumas situações. A administradora do condomínio faz a terceirização de serviços como manutenção dos reservatórios elevadores e automação, sendo que as empresas terceirizadas ficam responsáveis por controlar a periodicidade de manutenção. Também declara que serviços de manutenção com gastos elevados, como repintura de fachadas são previstos e informados ao condomínio a partir de 3 anos de uso, para que o condomínio faça a previsão orçamentária. Com relação à manutenção das instalações de incêndio, elétricas e SPDA, estas são inspecionadas na vistoria do Corpo Bombeiros, realizada a cada 2 anos, e outras manutenções somente são realizadas quando detectadas falhas pelos próprios proprietários. Desta forma, verifica-se que não existe um procedimento gerencial formal, mas algumas diretrizes baseadas na experiência da empresa na administração de condomínios semelhantes.

5 CONCLUSÕES

O Quadro 2 a seguir apresenta diretrizes para o atendimento do requisito manutenibilidade ao longo das etapas do processo de projeto³.

O requisito Manutenibilidade deve ser considerado concomitantemente ao requisito Durabilidade em função de sua intrínseca relação. Para atender a este requisito devem ser consideradas, na etapa de planejamento do empreendimento, as condições ambientais que possam impactar a vida útil de materiais, componentes e sistemas da edificação e que irão orientar as especificações nas demais etapas do projeto. Nas fases de concepção do projeto, a especificação de materiais, sistemas e componentes da edificação, por sua vez, deve considerar as questões de facilidade de acesso, confiabilidade e custos de manutenção. Metodologias para análise de custos ao longo da vida útil podem ser utilizadas na fase de concepção, a fim de orientar estas escolhas. Por outro lado, o projeto deve considerar os espaços e acessos necessários à realização das atividades de manutenção.

Quadro 2 – Atendimento ao critério de Manutenibilidade ao longo do processo de projeto

Planejamento do Empreendimento	Análise dos riscos e condições ambientais de exposição que possam impactar a durabilidade e a manutenibilidade dos sistemas, materiais e componentes da edificação.
Estudo Preliminar	Análise do projeto a fim de verificar espaços e acessos visando facilidade de manutenção em coberturas, reservatórios, casas de bombas, quadros medidores e outras áreas de uso comum. Especificação da vida útil de projeto para materiais, sistemas e componentes conforme critérios da NBR15575:2013.
Anteprojeto	Análise de custos ao longo da vida útil na especificação de materiais, componentes, sistemas e equipamentos da edificação.
Projeto Legal	(Não identificado)
Projeto executivo	Especificação de materiais levando em consideração a sua durabilidade dentro das condições de exposição, bem como considerando as suas características de manutenção. Especificação e escolha de equipamentos com menores custos de manutenção.
Acompanhamento de obra	Elaboração de projetos <i>as built</i> . Elaboração Manual de uso, operação e manutenção. Acompanhamento da execução visando garantir a correta aplicação dos materiais e execução dos serviços obedecendo às especificações de projeto e boas práticas de execução.
Acompanhamento de uso	Elaboração de Programa de Manutenção Preventiva e realização de inspeções prediais periódicas.

Fonte: Dados dos Autores

Na fase de execução, os responsáveis devem estar atentos para a execução dos serviços em conformidade com o projeto e para a compra de materiais com qualidade comprovada, bem como pela busca de informações junto aos fabricantes e fornecedores quando a durabilidade, condições de uso e manutenção de seus produtos.

Também durante a fase de execução do empreendimento, deve-se atentar para a elaboração do Manual de Uso Operação e Manutenção com informações claras que auxiliem os usuários na realização correta das atividades de manutenção sob sua

³ As etapas consideradas estão baseadas do modelo propostos em FONTENELLE (2013)

responsabilidade, durante a fase de uso. A elaboração de Programas de Manutenção adequados ao empreendimento e a realização periódica de inspeções prediais, permitem antecipar e corrigir problemas na edificação que possam comprometer sua vida útil.

Analisando o requisito Manutenibilidade proposto na Norma de Desempenho, verifica-se que está restrito à facilidade de acesso e à necessidade de prover informações aos usuários, porém não avalia a qualidade desta informação. A NBR14037: 2011 menciona a necessidade de uma informação clara e didática, porém os modelos geralmente utilizados pelas empresas focam o conteúdo do Manual sob um ponto de vista de proteção do incorporador e construtor em relação a garantias e responsabilidades. Os Manuais acabam sendo pouco valorizados e consultados pelos usuários e pelas administradoras de condomínio.

Com relação ao estudo de caso, destaca-se a deficiência no que se refere ao Programa de Manutenção Preventiva, tanto em relação à informação do Manual, quanto em relação a uma sistemática de gestão das manutenções. Este fato pode estar relacionado tanto à falta de conhecimento dos profissionais envolvidos e dos usuários, quanto a custos que poderiam incorrer para o condomínio, principalmente considerando condomínios destinados a população de menor renda.

Considera-se, entretanto, que estas diretrizes necessitam ser validadas em outros estudos e através da análise por parte de intervenientes no processo, bem como da observação de sua aplicação em novos empreendimentos.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 5674**: Manutenção de edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção. Rio de Janeiro, 2012.

_____. **NBR 14037**: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção das edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011.

_____. **NBR 15575**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013. [Partes 1 a 6]

CBIC - CÂMERA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia nacional para a elaboração do manual de uso, operação e manutenção das edificações**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Branding e Comunicação, 2014.

CHEW, M. Y. L., TAN, S. S., KANG, K.H.. Building maintainability: review of state of the art. **Journal of Architectural Engineering**, Vol. 10, No. 3, September 1, 2004.

IBAPE – SP - INSTITUTO BRASILEIRO DE AVALIAÇÕES E PERÍCIAS DE ENGENHARIA DE SÃO PAULO. **Inspeção predial: a saúde dos edifícios**. São Paulo, 2012.

ISO - INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 13823**: general principles on the design of structures for durability. Geneva: ISO/TC, 2008.

FONTENELLE, E. C. **Estudo de caso sobre a gestão do processo de projeto em empresas de incorporação e construção**. Dissertação (Mestrado em Engenharia). – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

AL-HAMMAD, A., ASSAF, S., AL-SHIHAH, M. The effect of faulty design on building maintenance. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, v. 3, n. 1, pp. 29-39, 1997.

GARG, A., DESHMUKH, S.G. Maintenance management: literature review and directions. **Journal of Quality in Maintenance Engineering**, vol. 12, n. 3, pp. 205-238, 2006.

ARDITI, D., NAWAKORAWIT, M. Designing buildings for maintenance: designers' perspective. **Journal of Architectural Engineering**. v. 5, n. 4, pp. 107-116, December, 1999.

MULLER, Y. P. **Manutenção predial**: geração de indicadores de desempenho para a companhia estadual de distribuição de energia elétrica. Trabalho de diplomação (UFRGS, Escola de Engenharia Civil), Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

PEREZ, A. R. Manutenção dos edifícios. In: INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Tecnologia das Edificações**. São Paulo: PINI, 1988. p. 611-614.

LOPES, J. L. R. **Sistemas de manutenção predial**: revisão teórica e estudo de caso adotado no Banco do Brasil. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1993.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq (Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento).



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

QUALIDADE E DESEMPENHO: A CONTRIBUIÇÃO DO MANUAL DO USUÁRIO

HIPPERT, Maria Aparecida S. (1); MATTOS JR, Victor Hugo C. (2); CÂNDIDO, Lidiane R. (3)

(1) Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 21023405, e-mail: aparecida.hippert@ufjf.edu.br
(2) Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 21023405, e-mail: vhcjmj@oi.com.br (3) Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 21023405, e-mail: lidiane.rodriques@engenharia.ufjf.br

RESUMO

A partir de julho de 2013 entrou em vigor a norma brasileira de desempenho de edificações com o objetivo de balizar as relações entre construtores e usuários, através do estabelecimento de critérios de desempenho e atribuição de responsabilidades a todos os intervenientes do processo. Esta norma destaca a participação do usuário na manutenção seguindo o disposto no Manual de Uso, Operação e Manutenção. O objetivo deste trabalho é avaliar os manuais frente ao disposto nas normas de elaboração de manual (NBR 14037) e de desempenho (NBR 15575). A metodologia utilizada considera uma revisão bibliográfica e um estudo de caso contemplando a análise de manuais de uso, operação e manutenção da edificação bem como solicitações de manutenção, por parte dos usuários, na cidade de Juiz de Fora. A análise das solicitações manutenção de empreendimentos entregues anteriormente à vigência da norma de desempenho visa verificar se estas solicitações poderiam estar sendo hoje evitadas tendo em vista as informações presentes nos manuais de edificações mais recentes. Como resultado tem-se que os manuais, de maneira geral, possuem boa parte das informações solicitadas pela NBR 14037 enquanto muitos dos requisitos dispostos na NBR 15575 ainda precisam ser considerados. Por outro lado, dentre as solicitações de manutenção analisadas somente um pequeno número foi devido ao mau uso da edificação, que pode ser explicado pelo período em que a análise foi realizada, próximo à entrega das edificações ao usuário. Isto reforça a necessidade de um maior esclarecimento dos usuários quanto ao manual de operação, uso e manutenção das edificações. Desta forma, verifica-se a necessidade de desenvolvimento de uma cultura de manutenção junto aos intervenientes do processo, de maneira que as informações de uso, operação e manutenção sejam incluídas nos manuais mas que sejam também utilizadas para a realização das atividades ali previstas.

Palavras-chave: Norma de Desempenho, Gestão da Qualidade, Manual de Uso, Operação e Manutenção.

ABSTRACT

In July 2013, the Brazilian standards of performance of buildings entered into force, in order to mark out the relations between manufacturers and users, by establishing performance criteria, and by allocating responsibilities to all those involved in the building process. This standard emphasizes the user's participation in the maintenance, following the provisions of the Manual of Usage, Operation and Maintenance. This study evaluates the manuals against the provisions of the manuals on the development of standards (NBR 14037) and performance (NBR 15575). The methodology includes a literature review and a case study that examines the manuals of usage, operation and maintenance of the buildings, and the maintenance requests from users in the city of Juiz de Fora. The analysis of the maintenance requests for projects submitted before the coming into force of the performance standard intends to determine whether these requests could have been avoided, in view of the information provided in the latest building manuals. As a result, we have found that the manual, in general, contain much of the information requested by the NBR 14037, while some of the information required by the NBR 15575 still needs to be considered. On the other hand, among the maintenance requests we analyzed, only a small number was

due to misuse of the building; this can be explained by the fact that the analysis was performed near the delivery date of the buildings to the user. This reinforces the need for better explaining, to the users, of the manual for operation, usage and maintenance of buildings. Thus, there is a need for the development of a culture of maintenance, among those involved in the process, so that the information about usage, operation and maintenance are included in the manual but that is also used to carry out the activities therein discussed.

Keywords: *Performance Standard, Quality Management, User's Manual, Operation and Maintenance.*

1 INTRODUÇÃO

O acesso à habitação é fundamental para a qualidade de vida de uma pessoa. A moradia é considerada uma necessidade básica ou fisiológica, ou seja, está diretamente ligada à existência e à sobrevivência do ser humano.

Segundo o IBGE (2010), o Brasil tem um déficit habitacional de 6.859.255 novas habitações urbanas, recebendo, na última década um incremento da ordem de 10,17%, reforçando, assim, a tendência de urbanização crescente do país. Entretanto, tão importante quanto reduzir o déficit habitacional é promover moradias dignas à população.

Para Tamaki (2010), o que existia até agora em termos de leis e normas, tratava apenas dos sistemas construtivos, procedimentos e materiais; não havia um parâmetro ou uma forma de medir se as edificações estavam correspondendo às expectativas dos usuários. Isso fazia com que construtores e consumidores não tivessem uma referência clara de quais requisitos a edificação deveria atender.

Para preencher essa lacuna a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT publicou em 2013 a Norma de Desempenho para Edificações Habitacionais, a NBR 15575 (ABNT, 2013). Ela estabelece requisitos e critérios para edificações com base nas exigências dos usuários considerando o desempenho mínimo que cada sistema componente da edificação deve alcançar. Além disto, estabelece as incumbências dos diversos intervenientes atuantes no processo destacando a participação do usuário na manutenção das edificações seguindo o disposto no Manual de Uso, Operação e Manutenção. A NBR 14037 (ABNT, 2011) estabelece as diretrizes para a elaboração destes Manuais.

Neste contexto cabe investigar se os manuais estão sendo elaborados conforme disposto na NBR 14037 e se estão contemplando os requisitos presentes na NBR 15575. Além disto, cabe também verificar se as solicitações de manutenção de empreendimentos entregues anteriormente à vigência da norma estariam hoje sendo evitadas em virtude de uma manutenção mais adequada conforme disposto nos novos manuais.

2 METODOLOGIA

O trabalho considera uma pesquisa bibliográfica sobre os temas manutenção e desempenho e segue com um estudo de caso utilizando duas fontes de evidências: análise de manuais de uso, ocupação e manutenção da edificação e de solicitações de manutenção por parte dos usuários.

Os manuais foram analisados quanto ao atendimento aos requisitos das normas brasileiras NBR 14037 e NBR 15575. Foram estudados cinco manuais de proprietários de empreendimentos do Programa Minha Casa Minha Vida – PMCMV, da primeira faixa de renda, isto é, de zero a três salários mínimos na cidade de Juiz de Fora.

Os manuais referem-se a um conjunto habitacional com 128 apartamentos distribuídos em 32 blocos de quatro apartamentos cada (manual 1), um empreendimento composto por 240 apartamentos divididos em 12 blocos com cinco pavimentos cada (manual 2), um conjunto de 329 casas (manual 3), um conjunto de 206 unidades divididas em dez edifícios, com instalações preparadas para portadores de deficiência (manual 4) e um empreendimento de 190 casas populares (manual 5).

Já para a análise das solicitações de manutenção por parte dos usuários foram utilizados os dados referentes às solicitações de manutenção disponibilizadas por uma empresa atuante neste segmento de mercado, na mesma cidade. Os dados referem-se às solicitações efetuadas para dois empreendimentos contíguos logo após a sua entrega (Dezembro de 2011), no período compreendido entre Janeiro e Julho de 2012. O empreendimento 01 possui 240 apartamentos e o empreendimento 02 possui 200 apartamentos. Estas 440 unidades habitacionais estão divididas em 22 blocos de edifícios de cinco andares com quatro apartamentos por andar.

Todos os apartamentos possuem a mesma disposição: sala, cozinha, área de serviço, banheiro e dois dormitórios. A estrutura foi executada em alvenaria estrutural. Internamente foi revestida com gesso direto sobre blocos e externamente com chapisco, emboço e revestimento impermeabilizante tipo textura. As portas são de madeira envernizada sendo que a porta principal de cada bloco é de alumínio com fechadura eletrônica comandada por sistema de interfone. As janelas internas e das áreas comuns são em alumínio com vidro tipo mini boreal para Cozinha e Banheiro e, vidro liso de 3mm para as demais. O revestimento interno das paredes é feito de tinta sobre gesso (Sala e dormitórios) e possui algumas partes com revestimento cerâmico tipo azulejo, junto a cozinha (Pia e tanque) e banheiro (em todo perímetro até 1,80m de altura). As unidades foram entregues com piso de concreto polido ou de cimento queimado. Apenas nos banheiros e cozinhas foram utilizados pisos cerâmicos. Os tetos dos apartamentos foram revestidos em gesso liso com pintura PVA. Nos banheiros e cozinhas foi aplicado forro em placas de gesso com pintura posterior. O telhado foi feito com estrutura metálica pintada com tinta esmalte e telhas coloniais.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Manutenção

A manutenção de edifícios pode ser definida como um “conjunto de atividades a serem realizadas para conservar ou recuperar a capacidade funcional da edificação e de suas partes a fim de atender às necessidades e segurança dos seus usuários” (ABNT, 2011). Deste modo a previsão e o planejamento das possíveis intervenções ao longo da vida útil dos edifícios são fundamentais para reduzir o aparecimento de anomalias.

Entretanto, o tema manutenção planejada, citado em conferências e seminários ainda não encontrou uma gama efetiva de contribuições em termos de aplicação com a definição de seu conteúdo e áreas de intervenção (GASPAROLI P; SCALTRITTI, 2011).

A manutenção preventiva, quando feita por meio de intervenções regulares e planejadas, é essencial para conservação e eficácia da destinação da edificação (ROCHA, 2007). Também é importante para a segurança do usuário que esta manutenção seja realizada periodicamente. Segundo Shebalj (2010), estudos constatam que 66% das prováveis causas e origens dos acidentes em edificações com mais de dez anos, estão relacionados

à deficiência com a manutenção, perda precoce de desempenho e deterioração acentuada.

Outro aspecto importante da realização periódica da manutenção é que ela também evita a perda de garantia da edificação uma vez que, segundo o Código de Defesa do Consumidor, o uso inadequado do bem isenta o construtor da responsabilidade sobre o defeito ou a anomalia que porventura vierem a acontecer (CASTRO, 2007).

3.1.1 Manual de Uso, Operação e Manutenção

A ABNT NBR 14037 “estabelece os requisitos mínimos para elaboração e apresentação dos conteúdos a serem incluídos no manual de uso, operação e manutenção das edificações elaborado e entregue pelo construtor e/ou incorporador, conforme legislação vigente” (ABNT, 2011). Segundo esta norma, o manual tem por finalidade informar sobre as características técnicas do imóvel, descrever procedimentos recomendáveis para o melhor aproveitamento da edificação, orientar a realização das atividades de manutenção, prevenir a ocorrência de falhas e acidentes decorrentes de uso inadequado e contribuir para o aumento da durabilidade da edificação.

O manual deve ser escrito em linguagem simples e direta apresentando as informações de forma didática, organizada e com nível de detalhamento compatível com a complexidade da edificação. O seu conteúdo mínimo deve contemplar uma descrição da edificação como foi construída, incluindo projetos *as built* e “habite-se”; informações sobre os procedimentos para colocação da edificação em uso; recomendações sobre procedimentos de operação da edificação; instruções para situações de emergência; informações sobre inspeções técnicas; procedimentos recomendáveis para manutenção e informações sobre responsabilidades e garantias.

3.2 Desempenho

A necessidade de estabelecimento de parâmetros de qualidade para as obras de edificações tem sido uma demanda dos intervenientes do setor da construção civil. O foco no desempenho vem de encontro a esta necessidade com o estabelecimento de exigências a serem atendidas bem como a forma de mensurá-las.

O desempenho deve ser considerado desde a fase de concepção do edifício e ao longo do ciclo de vida da edificação. Em alguns países, como França, Canadá e Japão, o desempenho do produto-edifício e dos seus subsistemas é inicialmente definido para posteriormente serem definidas as tecnologias construtivas a serem adotadas (OLIVEIRA, MITIDIERI, 2012).

Embora esta não seja a realidade encontrada no Brasil, visto que o desenvolvimento de projetos, de maneira geral, não considera a questão do desempenho, especialmente em projetos habitacionais (MELHADO, 2001) este quadro tende a mudar, com a entrada em vigor da norma brasileira de desempenho, a NBR 15575 (ABNT, 2013).

A norma tem o foco no usuário do edifício habitacional e procura satisfazer suas necessidades de segurança (estrutural; contra o fogo; no uso e operação), habitabilidade (estanqueidade; desempenho térmico, acústico e lumínico; saúde, higiene e qualidade do ar; funcionalidade e acessibilidade; conforto tátil e antropodinâmico) e sustentabilidade (durabilidade; manutenibilidade; impacto ambiental). No entanto, ela não possui o intuito de substituir normas prescritivas. A própria NBR 15575 recomenda que haja simultaneidade na utilização das duas modalidades de forma a “atender o usuário com soluções tecnicamente adequadas” (ABNT, 2013).

A NBR 15575 traz em seu escopo a clara atribuição da responsabilidade da manutenção da edificação ao usuário desde que o mesmo receba da construtora e/ou incorporadora um manual que o oriente neste sentido. Os itens referentes à manutenção contidos nesta norma representam um incremento ao conteúdo do manual, especificamente voltado para garantia da vida útil de projeto da edificação.

4 ESTUDO DE CASO

4.1 Manual de Uso, Operação e Manutenção

Quanto aos requisitos de *apresentação* verificou-se, no que diz respeito às plantas baixas das habitações, que algumas se apresentavam com cotas sem escala ou unidade definida. Para *garantias e assistência técnica*, os manuais apresentam os tipos de garantias cobertos com seus referidos prazos e somente um não apresentou as características suficientes para um *memorial descritivo*. Dentro dos requisitos de *fornecedores* destaca-se a ausência quase total da relação de projetistas e de responsáveis técnicos pelos projetos. Faltam também informações sobre as ligações de serviços básicos como água, luz e telefone por parte das concessionárias.

O requisito *operação, uso e limpeza* é uma unanimidade para equipamentos hidrossanitários, instalações elétricas, vedações, pisos e revestimentos internos e externos. Entretanto, faltam informações referentes ao sistema de combate a incêndio em alguns dos manuais. Automação, comunicação e ar condicionado, ventilação e calefação também não foram citados em função do próprio porte dos empreendimentos estudados. Apenas o manual 1 dispõe de informações a respeito do Sistema de Proteção de Descargas Atmosféricas (SPDA) do empreendimento.

Quanto à *manutenção* apenas nos manuais 1 e 3 foram encontrados dados referentes à manutenção preventiva, embora incompletos. Não foram encontradas informações referentes à manutenção das estruturas. Nos pisos e revestimentos não é mencionado o tratamento de áreas molhadas diferentemente de áreas estanques. Quanto aos sistemas de vedação os mesmos apresentam informações quanto à limpeza e repintura das paredes. Já para os sistemas de cobertura não foram encontradas informações sobre carga máxima, fixação de elementos em forros bem como pontos de ancoragem para a manutenção de fachadas. No que tange as instalações hidrossanitárias apenas dois dos manuais avaliados contemplam o item com plantas e croquis das instalações sanitárias. Ainda no item referente à manutenção não foram encontrados registros e inspeções de manutenção.

Finalmente, quanto às *informações complementares* nenhum dos manuais apresentou as informações referentes ao meio ambiente e sustentabilidade, documentação técnica e legal, elaboração, entrega e atualização do manual. Os itens de segurança contidos na edificação como o uso de extintores, saídas de emergência e iluminações de emergência foram citados nos manuais 1, 2 e 3. Já a operação dos equipamentos e suas ligações estavam presentes em todos os manuais analisados.

4.2 Solicitações de Manutenção

No primeiro mês (Janeiro) foram contabilizadas 36 solicitações que foram se reduzindo nos meses seguintes. Quanto aos tipos de ocorrências os maiores problemas identificados foram nas instalações hidráulicas (37%). Nestas, as maiores demandas foram referentes a problemas de infiltração no teto do banheiro oriunda de vazamentos.

Em segundo lugar estavam os problemas referentes ao sistema elétrico contemplando tomadas ou lâmpadas que não funcionavam. Na sequência apareceram as solicitações referentes as fissuras nas paredes e tetos dos apartamentos bem como devido às falhas nas esquadrias, portas e janelas com má vedação ou fechamento inadequado.

Foram também identificadas solicitações de manutenção para pisos defeituosos (descolados, em desnível, caimento e qualidade do assentamento) sendo que algumas destas solicitações não eram pertinentes. Cita-se como exemplo, o caso dos pisos cerâmicos sem rejunte em que o mesmo se soltou tendo em vista o uso de vassouras ou escovas para clareamento do mesmo.

De todas as solicitações analisadas em torno de 10% foram consideradas improcedentes pela empresa em virtude do mau uso de aparelhos ou instalações. Segundo o responsável pela execução dos serviços de manutenção da empresa, muitas vezes o usuário desconhece a forma correta de realizar a limpeza das instalações ou mesmo a instalação de novos equipamentos gerando um problema, mas acreditando ser a solução de responsabilidade da empresa.

4.3 Discussão

Quanto aos manuais, pode-se concluir que, de maneira geral, eles possuem boa parte das informações solicitadas pela NBR 14037. Diferentemente da realidade encontrada por Santos (2003) e Michelin (2005) onde as empresas não possuíam muito conhecimento a respeito do conteúdo a ser abordado nos manuais de proprietário, verifica-se no presente estudo que as empresas estudadas apresentam um material que engloba boa parte das exigências estabelecidas na NBR 14037. Já quanto à NBR 15575, muitas das informações precisam ainda ser consideradas. Falta um programa de manutenção com informações referentes às manutenções necessárias, com seus respectivos períodos. Faltam também informações de manutenção para os sistemas componentes da edificação expressos nesta norma.

Quanto às solicitações de manutenção verifica-se que aquelas referentes aos sistemas hidrossanitários geraram a maior demanda. Números que corroboram a pesquisa de Soares *et al* (2014), que identificaram os problemas hidráulicos entre os maiores problemas de manutenção encontrados nas edificações. Grande parte das solicitações foi atendida e, embora somente 10% do total das solicitações tenham sido consideradas improcedentes (devido ao mau uso), o número chama a atenção tendo em vista o prazo em que ocorreram, isto é, logo após a entrega dos imóveis aos proprietários.

Os problemas identificados podem ter sua origem nas várias etapas do empreendimento: projeto, execução e uso. A consideração no projeto das questões de manutenção (como por exemplo, com a elaboração de um projeto *para e da* manutenção), bem como de desempenho, vão se tornando cada vez mais necessárias. Além disto, a qualidade na execução dos serviços prestados é também fundamental para a garantia do desempenho da edificação. Neste item englobam-se materiais e execução. E finalmente na etapa de uso a necessidade dos proprietários em dispor de um manual que contenha as informações necessárias para o correto uso do imóvel.

A fim de preencher esta lacuna (manutenção e desempenho) o CBIC lançou em 2014 um modelo de plano de manutenção conforme os requisitos da NBR 5674 (ABNT, 2012) e da NBR 15575 (2013). Todavia, muitos dos serviços solicitados neste plano não se aplicam a empreendimentos do PMCMV, pelo fato de não existirem alguns dos sistemas apresentados para os imóveis do programa, como por exemplo, banheiras,

aquecedores a gás, sistema integrado de câmeras, acabamentos de fachada em pedras naturais ou cerâmicos ou sistema de dados. Com isso, para atender essa carência dos manuais estudados, pode-se adaptar um plano de manutenção que venha satisfazer as demandas do PMCMV (MATTOS Jr., 2015).

O manual do usuário, a fim de contemplar todo o exposto anteriormente, poderia apresentar a estrutura composta dos seguintes itens: *Apresentação* (Índice, Introdução, Definições), *Garantias e Assistência Técnica*, *Memorial Descritivo*, *Fornecedores* (Relação de Fornecedores, Relação de Projetistas, Serviços de Utilidade Pública), *Operação, Uso e Limpeza* (Sistemas Hidrossanitários, Sistemas Eletroeletrônicos, SPDA, Sistemas de Incêndio, Fundações e Estruturas, Vedações, Revestimentos Internos e Externos, Pisos, Coberturas, Jardins, Paisagismo e Áreas de Lazer, Esquadrias e Vidros), *Manutenção* (Programa de Manutenção Preventiva, Estrutura, Pisos, Vedação Vertical, Sistemas de Cobertura, Hidrossanitários, Registros de Manutenção, Inspeções de Manutenção), *Informações Complementares* (Meio Ambiente e Sustentabilidade, Segurança, Operação dos Equipamentos e suas ligações, Documentação Técnica Legal, Elaboração e Entrega do Manual, Atualização do Manual). Esta estrutura contempla as informações demandadas pela NBR 14037, em sua maioria já atendidas pelos manuais existentes, bem como aquelas que passam a ser exigidas pela NBR 15575.

Por fim, nenhuma das medidas propostas terá validade se não houver, por parte dos usuários, a cultura da manutenção em edificações. Neste sentido é fundamental que toda a informação contida no manual possa ser por ele entendida. Isto começa com orientação e treinamento. Pois, como apontado por Santos (2003) os usuários não tem a cultura de ler os manuais, procurando as empresas a fim de prestarem assistência técnica, mesmo que as soluções para as duas demandas estejam, em sua maioria, descritas no manual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A crescente concorrência no mercado nacional de Construção Civil vem aumentando o que justifica a crescente procura pelas empresas em oferecer produtos finais que apresentem a qualidade como diferencial competitivo. Aliado a isto surge no país a norma de Desempenho trazendo critérios claros que uma edificação em uso deve atender sem, no entanto, especificar a forma de alcançá-los, cabendo às empresas encontrar os meios de levar seus produtos ao desempenho esperado.

A norma de desempenho atribui ao incorporador/construtor a responsabilidade de elaborar um Manual que norteie as intervenções do usuário. E, cabe a este realizar uma manutenção eficiente e um registro correto da mesma para que seu imóvel tenha condições de atender às expectativas de projeto.

Observa-se que de maneira geral os manuais vêm sendo elaborados segundo o conteúdo exigido pela NBR 14037 faltando ainda incluir as exigências da norma de desempenho. Entretanto, esta realidade tende a mudar haja visto os vários cursos e atividades que vem sendo realizadas pelas entidades de classe voltadas a uma maior disseminação do conteúdo a ser considerado nos manuais.

Porém, além de manuais mais completos faz-se necessária a criação de uma cultura de manutenção por parte dos usuários visto que tem-se por parte dos mesmos o hábito de só consultar o manual para resolução de problemas já existentes e não como um guia para as atividades de manutenção preventivas.

REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 5674: Manutenção de Edificações – Requisitos para o sistema de gestão de manutenção**. Rio de Janeiro, 2012.
- _____. NBR 14037: Diretrizes para elaboração de manuais de uso, operação e manutenção de edificações – Requisitos para elaboração e apresentação dos conteúdos. Rio de Janeiro, 2011.
- _____. NBR 15575: Edificações Habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.
- CASTRO, U. R. **A importância da manutenção predial preventiva e as ferramentas para sua execução**. 2007. 44p. Monografia (Especialização em Construção Civil) – Escola de Engenharia, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2007.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO (CBIC). **Guia nacional para elaboração de uso, operação e manutenção das edificações**. Fortaleza: Gadioli Cipolla Comunicação, 2014.
- GASPAROLI P, SCALTRITTI M. Inspections and Maintenance Programmes for the Conservation of Historic Architecture – some Critical Issues Related to Degradation and Durability. In: INTERNATIONAL CONFERENCE DURABILITY OF BUILDING MATERIALS AND COMPONENTS, Porto, 2011. Proceedings ... Porto: FEUP, 2011.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Censo das cidades e regiões brasileiras, 2010. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=313670>>. Acesso em: 1 mar. 2014.
- MATTOS Jr., V. H. C. **Manutenção e Desempenho em Habitações de Interesse Social**. 2015. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Universidade Federal de Juiz de Fora, Minas Gerais.
- MELHADO, S. B. **Gestão, cooperação e integração para um novo modelo voltado a qualidade do processo de projeto na construção de edifícios**. 2001. Tese de Livre Docência - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MICHELIN, L. A. C. **Manual de operação, uso e manutenção das edificações residenciais multifamiliares: coleta e avaliação de exemplares de empresas de Caxias do Sul/RS**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- OLIVEIRA, L. A.; MITIDIÉRI FILHO, C. V. O Projeto de Edifícios Habitacionais Considerando a Norma Brasileira de Desempenho: análise aplicada para as vedações verticais. **Gestão e Tecnologia de Projetos**, v. 7, n. 1, p. 90-100, Mai. 2012.
- ROCHA, H. F. Importância da manutenção predial preventiva. **Holos**, v. 2, p 72-77, 2007.
- SANTOS, A.O. **Manual de Operação, Uso e Manutenção das Edificações Residenciais: coleta de exemplares e avaliação de seu conteúdo frente às diretrizes da NBR 14.037/1998 e segundo a perspectiva dos usuários**. 2003. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SHEBALJ, V. L. C. C. Inspeção e manutenção predial. **Série de cadernos técnicos CREA-PR**. Curitiba, 2010. Disponível em: <ftp://creaweb.creapr.org.br/_Cadernos_Ag_Parlamentar/predial.pdf>. Acesso em: 8 abr. 2014.
- SOARES, R. et al. Verificação de Manifestações Patológicas em Condomínios Residenciais do Programa Minha Casa Minha Vida Ocasionalmente por Falta de Manutenção Preventiva da Baixada Cuiabana. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PATOLOGIA DAS CONSTRUÇÕES, Foz do Iguaçu, 2014. Anais ...Foz do Iguaçu: Alconpat Brasil, 2014.
- TAMAKI, L. Vale o Desempenho. **Téchne**, v. 1, n. 158, p 44-51, Mai. 2010.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

AVALIAÇÃO DA RESISTÊNCIA MECÂNICA DE ESQUADRIAS DE ALUMÍNIO DE ACORDO COM A NORMA DE DESEMPENHO

PAGNUSSAT, Julio Cezar (1); COSTELLA, Marcelo Fabiano (2); LANTELME, Elvira Maria Vieira (3); SOUZA, Nicolas Staine de (4)

(1) Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ, juliopag@unochapeco.edu.br, (2) UNOCHAPECÓ, costella@unochapeco.edu.br, (3) Faculdade Meridional - IMED, elvira.lantelme@imed.edu.br, (4) UNOCHAPECÓ, nicolasstaine@unochapeco.edu.br

RESUMO

A proposta deste artigo é o desenvolvimento de ensaios prescritos pelas normas NBR 15.575 e NBR 10.821 para a avaliação de linhas homologadas e não homologadas de esquadrias de alumínio. Como os valores dos ensaios eram proibitivos, desenvolveu-se a metodologia dos ensaios no laboratório da Universidade. Para a realização dos ensaios de resistência ao esforço horizontal no plano da folha com dois cantos imobilizados, resistência ao esforço horizontal no plano da folha com um canto imobilizado, resistência à flexão e arrancamento das articulações foi criado um pórtico, através do qual a peça a ser ensaiada era carregada com anilhas de peso e a medição realizada por aparelhos anexos ao equipamento. Dentre os resultados obtidos, tanto a linha homologada quanto a não homologada atenderam ao ensaio de esforço horizontal no plano da folha com dois cantos imobilizados e arrancamento das articulações. No ensaio de resistência à flexão, a linha não homologada apresentou deslocamento um residual máximo superior ao limite da norma. Já no ensaio de resistência ao esforço horizontal no plano da folha com um canto imobilizado, a esquadria homologada sofreu um deslocamento lateral na folha móvel ensaiada e apresentou perda no desempenho na abertura e fechamento.

Palavras-chave: Esquadrias de alumínio, Desempenho, Ensaios laboratoriais.

ABSTRACT

This article proposes the development of tests prescribed by the NBR 15,575 and NBR 10,821 standards for the evaluation of approved and unapproved lines of aluminum frames. Since the costs of the tests were prohibitive, the methodology of the tests was developed in the laboratory of the University. To conduct the horizontal stress tests in the sheet direction with two immobilized corners, the horizontal stress test with one immobilized corner, the bending strength test and the pullout strength of the joints test, a frame was created, through which the part to be tested was loaded with weights, and the measurements were performed by devices attached to the equipment. Among the results, it was found that both the approved and unapproved line passed the horizontal strength test in the sheet direction with two corners immobilized and the pullout strength of the joints test. In the bending strength test, the unapproved line presented a displacement with a maximum residual exceeding the limits of the standard. In the horizontal strength test with one corner immobilized, on the other hand, the approved frame suffered a lateral displacement in the mobile sheet tested and presented loss in performance in opening and closing.

Keywords: Aluminum frames, Performance, Laboratory tests.

1 INTRODUÇÃO

Com a necessidade de se ter um padrão de desempenho a ser estabelecido pela indústria da construção no Brasil foi desenvolvida a NBR 15.575 (ABNT, 2013a). Segundo Tamaki e Battagin (2010), apesar dos questionamentos, a norma de desempenho

brasileira é mais avançada que muitas outras internacionais no que diz respeito às esquadrias.

Conforme o perfil do mercado atual o cliente final é o principal fiscal responsável pela cobrança da melhora desses produtos (MENDES, 2006). Além disso, segundo Brito (2009), as esquadrias de alumínio estão entre os produtos que apresentam maior índice de reclamações dos consumidores, sendo que estas tem um papel relevante na composição de custos de uma obra, conforme Fontanini (2004) representa cerca de 4 a 10% do custo total de uma obra vertical. Segundo Nakamura (2009), os problemas ocorrem de maneira não intencional em função da redução da espessura dos perfis e almas da janela para diminuição do custo do produto que influenciam na resistência mecânica da janela. A partir dessa constatação e devido à concorrência existente no mercado da construção civil, alguns fabricantes trataram de se adaptar às solicitações dos clientes e passaram a produzir esquadrias de alumínio com desempenho e segurança adequados (GOMES; QUELHAS, 2010).

Em função do exposto, o objetivo desse artigo é desenvolver os ensaios de avaliação de resistência mecânica presentes na NBR 15575 (ABNT, 2013a) e NBR 10821 (ABNT, 2011a) no laboratório da Unochapecó para uma linha homologada e uma linha não homologada de esquadrias de alumínio.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ensaios em esquadrias de alumínio nas normas NBR 15.575 e NBR 10.821

A NBR 15.575-4 (ABNT, 2013b) refere-se às esquadrias de alumínio como Sistemas de Vedação Interno e Externo (SVVIE), porém a norma acaba incluindo além das esquadrias as paredes de alvenaria, portas de madeira, etc. Em função disso, a NBR 15.575-4 (ABNT, 2013b) referencia a NBR 10821, partes 1, 2 e 3 ((ABNT, 2011a,b,c), às quais se referem à terminologia, requisitos, classificação e métodos de ensaio para as esquadrias externas para edificações.

Os ensaios de permeabilidade ao ar, estanqueidade à água, resistências às cargas de vento e operações de manuseio deveriam estar disponíveis nas Instituições Técnicas Avaliadoras (ITA) no Sul do Brasil, quais sejam: Lactec no Paraná, SENAI-Criciúma em Santa Catarina e ITT Performance-Unisinos no Rio Grande do Sul. Entretanto, somente um desses três laboratórios (ITT Performance) possui os ensaios disponíveis, mas o custo deles ultrapassa os 27 mil reais para cada amostra (PAGNUSSAT, 2014).

Na Figura 1 são apresentados os ensaios requeridos pela NBR 15575-4 (ABNT, 2013b) e NBR 10821-3 (ABNT, 2011c) para as esquadrias de alumínio do tipo correr e maxim-ar e a justificativa para o foco desse artigo ocorrer na avaliação da resistência mecânica.

Tendo em vista o comportamento mecânico de uma esquadria, ela deverá resistir aos agentes atmosféricos, aos esforços induzidos pelos demais componentes do edifício, às vibrações e aos esforços devidos ao uso. No caso da esquadria não atender ao comportamento mecânico adequado, as consequências podem estar ligadas à penetração de água para o interior da unidade, deformações no perfil do marco e mau funcionamento das janelas durante as operações de manuseio (ANTUNES, 2004).

Figura 1 – Tabela de relação dos ensaios e viabilidade

Ensaio	Foi realizado?	Por que?
Verificação do comportamento sob ações repetidas de abertura e fechamento	Não	Necessita de equipamento específico para teste de abertura e fechamento.
Estanqueidade à água	Não	Necessita de câmara de água e ar para os testes de estanqueidade e penetração de ar com alto custo de implantação
Verificação da penetração do ar	Não	
Verificação de comportamento quando submetido a cargas uniformemente distribuídas	Não	Necessita de pórtico de cargas do tamanho da janela ensaiada, o que não estava disponível.
Resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com um canto imobilizado	Sim	Criado pórtico para elaborar os ensaios.
Resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com dois cantos imobilizados	Sim	
Resistência à flexão	Sim	
Arrancamento das articulações	Sim	
Desempenho térmico	Não	Ambos os ensaios são complexos e exigem equipamentos (ex.: fontes e receptores acústicos) e instalações específicas (ex.: câmaras de reverberação) com altos custos.
Desempenho acústico	Não	

Fonte: Elaboração dos autores.

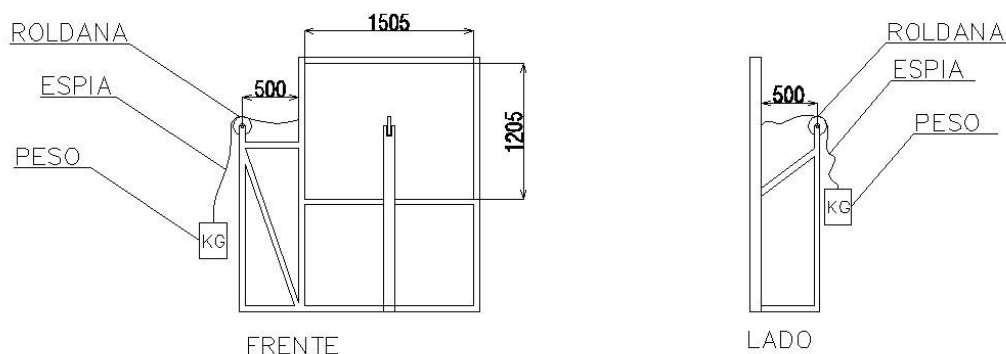
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Elaboração dos ensaios

Após a verificação dos ensaios necessários (Tabela 1) e o estudo de viabilidade dos ensaios possíveis de serem realizados no laboratório da Universidade, ficou definida a realização dos seguintes ensaios: resistência ao esforço horizontal no plano da folha com dois cantos imobilizados, resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com um canto imobilizado, resistência à flexão e arrancamento das articulações.

Para realizar os ensaios foi criado um equipamento (Figura 1) feito com tubos de ferro no qual serão fixados os aparelhos de medição e os que aplicaram as cargas. Na elaboração do equipamento foram utilizados tubos de ferro de 30x70 cm com espessura de 0,9 mm. As cargas utilizadas foram anilhas com pesos de 5 kg, 3 kg, 2 kg e 1 kg. Para a elaboração dos ensaios elas foram divididas em oito grupos de 5 kg.

Figura 1 – Projeto do pórtico



Fonte: Elaboração dos autores.

3.2 Elaboração das amostras

Para elaborar os ensaios foram fabricadas duas esquadrias de 1,20 m x 1,00 m de duas folhas de correr e duas janelas maxim-ar em duas linhas, sendo uma delas sem homologação por nenhuma distribuidora e outra homologada por uma distribuidora de alumínio. Para cada ensaio foi elaborado uma única amostra, em virtude do elevado custo para a fabricação da mesma. Em cada ensaio houve apenas um procedimento sem repetições em função da deformação que a janela sofreu durante os ensaios.

3.3 Realização dos ensaios

3.3.1 Resistência ao esforço horizontal no plano da folha com dois cantos imobilizados

Para instalar a esquadria no equipamento foram utilizados parafusos com 6 mm de espessura e 7 cm do comprimento, o parafuso foi parafusado perpendicular ao marco da esquadria e ao tubo de ferro da estrutura, fazendo com que o marco fique totalmente preso ao pórtico de ensaio. Com a esquadria instalada no pórtico de ensaio foram instalados os aparatos de aplicação das cargas no centro da folha móvel interna conforme descrito pela NBR 10.821-3 (ABNT, 2011a), essa carga aplicada no centro da folha é aplicada no sentido de fechamento da mesma.

Com o aparato ligado ao perfil da folha móvel foram feitos os travamentos. Para travar as folhas móveis foi utilizada madeira de cedro conforme descrito pela NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c). As peças foram cortadas no formato quadrado com 2 cm de lado e comprimento total de 60 cm. Para travamento da folha foram instaladas as peças na parte inferior e outra na parte superior na esquadria. Com todo o sistema montado iniciou-se o processo de aplicação das cargas. Os pesos foram aplicados de 5 kg em 5 kg até atingir 40 kg (400 N), conforme descrito na NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c).

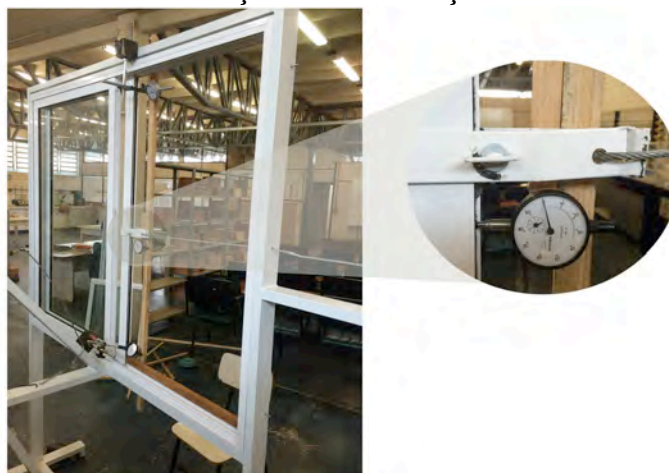
Depois de toda a carga aplicada aguardou-se o tempo de 3 minutos para remoção das mesmas. Com as cargas removidas foi elaborado o teste de abertura e fechamento, abrindo e fechando totalmente as folhas móveis em um total de cinco ciclos.

3.3.2 Resistência ao esforço horizontal no plano da folha com um canto imobilizado

A instalação da esquadria no pórtico de ensaio foi realizada da mesma forma que descrita no item 3.3.1. Com a esquadria instalada no pórtico de ensaio foi realizado o processo de abertura e fechamento das folhas móveis e então instalados todos os aparatos de ensaios.

Foram instalados seguindo o critério da NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c) os extensômetros distantes 3 cm das bordas inferior e superior e 3 cm abaixo do aparato instalado ao perfil para aplicação da carga pontual. Com todos os equipamentos instalados foi feita a fixação da folha na parte inferior utilizando-se da mesma peça de madeira de cedro do ensaio anterior. Logo após foi feita a medição das marcações iniciais que estavam os extensômetros (figura 2). Quando atingido a carga, efetuou-se o procedimento conforme item anterior.

Figura 2 – Esquadria imobilizada em um canto, aparatos e extensômetros para medição de deformação



Fonte: Elaboração dos autores.

3.3.3 Resistência à flexão

Com o equipamento instalado iniciou-se o processo de aplicação das cargas. Foram aplicadas cargas, progressivamente de 5 em 5 kg, até atingir a carga máxima estipulada pela NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c) que são 40kg. Depois de toda a carga aplicada foi aguardado o tempo de 3 minutos e removida toda a carga do sistema. Com as cargas removidas foi então feito a remoção da aplicação das cargas e, por fim, testadas as folhas móveis da esquadria, realizando 5 ciclos completos de abertura e fechamento.

3.3.4 Arrancamento das Articulações

As esquadrias maxim-ar foram instaladas utilizando parafusos de 7 cm de comprimento parafusados lateralmente ao marco e o pórtico de ensaio. Para fixar as esquadrias foram tomados os devidos cuidados quanto ao prumo do marco. Com as esquadrias devidamente instaladas no pórtico de ensaio, utilizando um medidor de grau digital foi realizado o posicionamento da folha móvel em 7° de abertura em relação ao marco da folha conforme prescrito na NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c).

Figura 3 – Aparato para aplicação da carga na folha móvel da maxim-ar



Fonte: Elaboração dos autores.

Para manter a folha posicionada em 7° a NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c) foi utilizado uma peça de madeira de cedro quadrada com 2 cm de lado e aproximadamente 6 cm de comprimento, fixado na lateral do pórtico impedindo então que ocorra o fechamento da folha no decorrer do ensaio. Com todos os equipamentos instalados iniciou-se o processo de aplicação das cargas. Foram aplicadas cargas progressivamente de 5 em 5 kg até atingir 20 kg (200 N). Depois de toda a carga aplicada (Figura 3) aguardou-se o tempo de 3 minutos e efetuou-se o procedimento conforme itens anteriores.

4 RESULTADOS DOS ENSAIOS

Em relação à resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com dois cantos imobilizados (Tabela 2), pode-se afirmar que tanto a linha homologada quanto a linha não homologada não tiveram suas funcionalidades afetadas, sendo que o deslize das folhas ainda estava suave e o trinco ainda assim funcionava travando de maneira correta as folhas ao marco.

Para a resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com um canto imobilizado, com a carga total aplicada a esquadria homologada observou-se deslocamentos na parte superior da folha móvel de 21,15 mm, no centro da folha de 11,03 mm e na parte inferior da folha (local onde foi travada) de 2,3 mm. Depois da remoção das cargas na folha, observou-se um deslocamento residual de 10,47 mm na parte superior, 5,15 mm na parte central da folha e 1,36 mm na parte inferior da folha. Com base na fórmula prescrita pela NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c), a deformação máxima foi de 3,34 mm para a esquadria da linha homologada.

Para a esquadria da linha não homologada os resultados de deslocamentos máximos na parte superior de 32,75 mm, na parte central da folha móvel de 16,8 mm e na parte inferior (local onde foi travada) de 3,4 mm. Já os deslocamentos residuais na parte superior de 17,6 mm, na parte central da folha de 8 mm e na parte inferior de 1,43 mm. Assim, a deformação máxima residual na linha não homologada foi de 5,51 mm.

Tendo em vista os limites descritos pela NBR 10.821-2 (ABNT, 2011b) no qual a deformação residual máxima deve ser de 0,4% do comprimento livre do perfil ensaiado, ou seja, máximo de 4,48 mm. Portanto, conclui-se que apenas a linha homologada ficou abaixo da deformação máxima.

No ensaio de resistência à flexão, as esquadrias da linha homologada deformaram mais que a esquadria da linha não homologada. Isso resultou no fato de que a funcionalidade da linha homologada sofreu algumas alterações, sendo que a abertura da folha móvel externa foi afetada, fazendo com que o usuário passasse a ter dificuldades na abertura. Já a linha não homologada não sofreu nenhuma alteração nas funcionalidades e continuava deslizando suavemente sobre os

No ensaio de arrancamento das articulações foram aplicadas cargas pontuais ao centro da folha na parte inferior, realizando o travamento de somente uma das laterais. Depois de toda a carga aplicada foram realizados os ensaios nas folhas móveis. A maxim-ar da linha homologada não sofreu nenhuma alteração em suas funcionalidades assim como na linha não homologada.

A tabela 2 relaciona os resultados obtidos nos ensaios realizados com os requisitos da norma NBR 10.821-2 (ABNT, 2011b), apresentando a condição de atendimento alcançada.

Tabela 2 – Resumo dos resultados para linha homologada e não homologada

Ensaio	Linha homologada	Linha não homologada
Resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com dois cantos imobilizados	Atende	Atende
Resistência ao esforço horizontal, no plano da folha com um canto imobilizado	Atende	Não Atende*
Resistência á flexão	Não Atende**	Atende
Arrancamento das articulações	Atende	Atende
*Esquadria apresentou deslocamento residual máximo superior ao limite imposto pela NBR 10.821-2.		
**Esquadria sofreu um maior deslocamento lateral na folha móvel ensaiada e apresentou perda no desempenho na abertura e fechamento.		

Fonte: Elaboração dos autores.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora a estrutura de ensaio utilizada tenha sido elaborada pelos autores desta pesquisa, tendo esta nenhum tipo de certificação de institutos, o processo de realização de ensaios ocorreu de modo a poder respeitar todas as recomendações da NBR 10.821-3 (ABNT, 2011c) reagindo ergonomicamente de forma positiva não prejudicando o procedimento de ensaio neste sentido, dando aos ensaios realizados um grau de confiabilidade de resultados suficientes para a elaboração da presente pesquisa.

Conforme apresentado, nos ensaios elaborados, o desempenho de resistência mecânica das esquadrias homologadas e não homologadas apresentam um grau de conformidade semelhante, mas não o suficiente para atender os requisitos da NBR 15.575-4 (ABNT, 2013b). Considerando-se que as linhas homologadas estão em constante processo de aprimoramento técnico, estas podem vir a atender as demandas quanto à normatização de desempenho, no entanto as esquadrias de linha não homologada é uma linha obsoleta e inerte no mercado, não contendo mais atualizações para a mesma concluindo-se que

esta é uma esquadria que terá maior dificuldade para manter-se no mercado em longo prazo.

Como medida corretiva para as esquadrias de linhas homologadas os perfis devem resistir mais aos esforços que foram submetidos, para tanto se devem criar reforços em pontos estratégicos no interior do perfil de alumínio, estes, tem como objetivo reforçar as paredes do perfil fazendo com que o mesmo resista a um maior momento flexor. Outra alternativa também seria aumenta a espessura do perfil. Esses reforços normalmente são criados por engenheiros responsáveis das indústrias que fabricam os perfis.

Com a pesquisa e os ensaios que foram realizados, pode-se concluir ainda que existe uma grande variedade de esquadrias presentes no mercado atual e alguns argumentos de venda não são coerentes com os produtos vendidos, já que hoje algumas empresas afirmam que produtos homologados possuem uma qualidade superior aos não homologados, o que não pôde-se verificar mesmo não realizando a totalidade dos ensaios recomendada pela normatização de desempenho.

Esse artigo também serve para a discussão acerca dos ensaios necessários para o cumprimento da NBR 15575, os quais ainda se encontram distantes dos construtores e fabricantes, especialmente no interior do país.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, B. Janelas da norma. **Revista Construção Mercado**, São Paulo: Pini, ano 57, n. 35, p. 189-194, jun. 2004.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013a.
- _____. **NBR 15575-4**: Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013b.
- _____. **NBR 10821-1**: Esquadrias externas para edificações - Terminologia. Rio de Janeiro, 2011a.
- _____. **NBR 10821-2**: Esquadrias externas para edificações – Requisitos e classificação. Rio de Janeiro, 2011b.
- _____. **NBR 10821-3**: Esquadrias externas para edificações - Métodos de ensaio. Rio de Janeiro, 2011c.
- 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. 2009. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2009.
- FONTANINI, P. S. P. **Mentalidade enxuta no fluxo de suprimentos da construção civil**: aplicação de macro mapeamento na cadeia de fornecedores de esquadrias de alumínio. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo, UNICAMP, Campinas, 2004.
- GOMES, C. S., QUELHAS, O. L. G. A importância da marca de certificação como estratégia de marketing na indústria de esquadrias de alumínio padronizadas. **Revista Gestão Industrial**, Ponta Grossa, v. 6, n. 1, p.71-93, 2010.
- MENDES, G. Qualidade na janela. **Revista Construção Mercado**. São Paulo, ago. 2006.
- NAKAMURA, J. Janelas de conforto. **Revista Técnica**, São Paulo, Pini, ano 17, n. 152, p. 64-66, nov. 2009.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

PAGNUSSAT, J. C. **Aplicabilidade dos ensaios da NBR 15.575 em esquadrias de alumínio no laboratório da Unochapecó e verificação do desempenho de esquadrias não homologadas.** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Civil) Unochapecó, Chapecó, 2014.

REIS, M. N. **Esquadrias de alumínio:** análise dos critérios de escolha destes componentes em edifícios de apartamentos, padrão médio-alto, na cidade de São Paulo. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) – Curso de Pós-Graduação em Tecnologia da Arquitetura, FAUUSP, São Paulo, 2011.

TAMAKI, L., BATTAGIN, I. Vale o desempenho. **Revista Techné.** São Paulo, maio 2010.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

**Gestão de Pessoas e do Ambiente de Trabalho / Gestión de Personas y del
Ambiente de Trabajo**



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN FIRMAS DE CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA: CASOS Y TENDENCIAS

VARGAS, Hernando I. ; ISAZA, Arturo C.

Universidad de los Andes, (+57) 3102835853, e-mail: hvargas@uniandes.edu.co; Universidad de los Andes, (+57) 3212099817, e-mail: ac.isaza491@uniandes.edu.co

RESUMEN

El presente documento da una mirada a como se está haciendo el manejo del conocimiento en las empresas del sector de la construcción en Colombia, particularmente a las que tienen operación en la ciudad de Bogotá. A partir de revisión bibliográfica se generó un cuestionario para examinar la maduración en éstas de tres aspectos principales: gestión del conocimiento intra-organizacional e inter-organizacional y herramientas y técnicas de gestión del conocimiento. El cuestionario fue realizado de forma presencial y electrónica con actores relevantes en la industria de la construcción. Se encontró que las firmas de la construcción son reacias a compartir el conocimiento entre diferentes empresas a menos de que perciban beneficios. Se estableció que la mayoría de las empresas no tienen áreas o formas explícitas para el manejo del conocimiento adquirido, que reside esencialmente en las personas. Por último, lo más cercano a una herramienta o técnica de gestión del conocimiento encontrado son los sistemas de gestión de calidad que en cierta manera documentan el funcionamiento de la empresa.

Palabras-clave: Gestión del Conocimiento, Construcción, Colombia.

ABSTRACT

This document studies knowledge management practices in construction firms in Colombia, mostly operating in Bogota. From bibliographical revision a questionnaire was developed to recognize their intraorganizational and interorganizational advance, as well as their tools and techniques. Questions were posed both personally and electronically to relevant construction industry actors. It was found that building firms are reluctant to share knowledge among them unless they perceive involved benefits. A majority of them lacks areas or explicit forms for knowledge management residing basically in individuals. Quality management systems were identified as procedures partially documenting firm operations.

Keywords: Knowledge Management, Construction, Colombia.

1 INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas el conocimiento se ha reconocido como fuente de poder y ventajas comerciales. Una de las estrategias necesarias para tener éxito en los negocios en general es el manejo del conocimiento y el aprendizaje que se genera a partir de experiencias de las empresas en los diferentes negocios. A nivel mundial, el sector de la construcción se ha demorado en implementar metodologías para el manejo de la información (Kululanga & McCaffer, 2001). En este sector el manejo del saber es un recurso muy importante porque cada proyecto de construcción es muy diferente, puede estar en distintas localizaciones geográficas, y demanda soluciones especializadas a problemas que pueden tomarse como base para solucionar dificultades en otros

proyectos. De aquí se pueden reconocer buenas prácticas, métodos para solucionar problemas, rutinas y lecciones aprendidas; que pueden replicarse en otros proyectos, ahorrando tiempo y recursos. Para esto existen diferentes herramientas tan sofisticadas como la minería de datos que permite organizar y clasificar información no estructurada de todo tipo (Maimon & Rokach, 2010). De esta forma se generan ventajas competitivas además que se promueve la innovación al adaptar soluciones anteriores a nuevos problemas (Ribeiro, 2009). Ya que la construcción sea una industria que requiere altos niveles de experiencia y conocimiento, su administración o Knowledge Management adquiere un valor estratégico de múltiples consecuencias sobre la competitividad, la calidad y el desarrollo de las firmas y sus recursos.

La metodología utilizada para el estudio fue la de generar un cuestionario abordando los tres temas principales del estudio: gestión del conocimiento intra-organizacional, gestión del conocimiento inter-organizacional; herramientas y técnicas de gestión del conocimiento. El cuestionario se aplicó de forma electrónica y/o presencial a diferentes actores del sector de la construcción. Los resultados de la encuesta se presentan de forma gráfica y se analizan. Finalmente se presentan las conclusiones del estudio.

El objetivo principal del trabajo fue tener un primer acercamiento a como se está manejando el conocimiento en el sector de la construcción en Colombia. El estudio se dirigió a reconocer y analizar su estado a partir de los testimonios los gerentes o personas encargadas del conocimiento en diferentes empresas.

2 ANTECEDENTES Y ESTADO DEL ARTE

En el caso colombiano existen pocos estudios sobre cómo se maneja el saber en las empresas de construcción y a nivel de sector. Por ser este un tema relativamente reciente, en especial en empresas desarrolladoras de proyectos de edificación, se puede esperar que desde los últimos estudios del sector, en el 2006, existan avances. En ese año era claro un muy pobre el manejo del conocimiento en las firmas investigadas (Granados Acevedo, 2006).

La Agencia Nacional de Infraestructura (ANI), órgano estatal creado para impulsar una nueva generación de grandes obras viales, propone una guía para la gestión del conocimiento que data del año 2012 (Acuña, 2012) que hace un recuento de diferentes modelos que se pueden utilizar para cumplir esta función. Sin embargo, por ser una publicación tan reciente, puede pensarse que, en general, el sector de la construcción e infraestructura a nivel nacional presenten retrasos en este tema.

El conocimiento en particular en la industria de la construcción tiene las siguientes características (Egbu & Robinson, Construction as a Knowledge-Based Industry, 2005). El cómo hace referencia a las habilidades y características necesarias para realizar la actividad. El qué se refiere al objeto o habilidad que se está desarrollando. El porqué es la razón o conocimiento científico que está detrás del objeto de desarrollo. Por último, el quién, se refiere al capital humano que tiene el conocimiento. La dimensión temporal del conocimiento a través de su ciclo de vida se expresa en la siguiente figura:

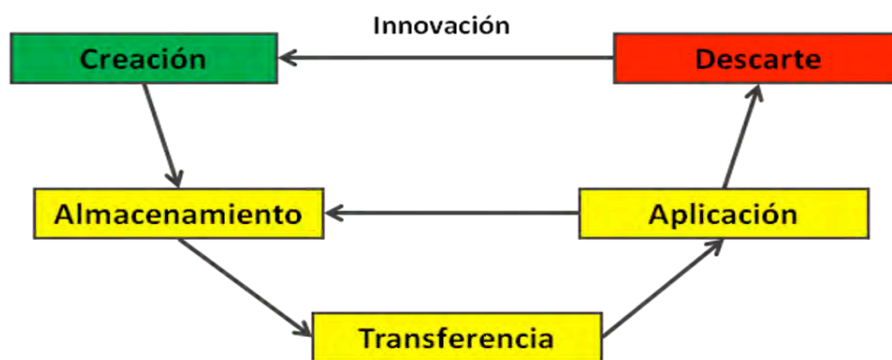


Figura 1. Ciclo de vida del conocimiento (Mason, 2007), (Gasik, 2011) y Propia

Dentro del tema existen múltiples formas de administrar el conocimiento, que van desde simples cambios en la conducta de los líderes de las empresas, hasta sofisticados softwares que integran toda la operación de las compañías. En este tema también se deben relacionar las culturas organizacionales con los diferentes aspectos del medio, desde los trabajadores, pasando por las culturas locales, hasta los clientes finales y proveedores (Egbu, Anumba, & Carrillo, 2005).

3 OBJETIVOS Y METODOLOGIA

El estudio se propuso conocer las tendencias en cuanto al manejo del conocimiento en destacadas empresas de la edificación en Colombia. Para esto se debió analizar el funcionamiento de empresas que manejan múltiples proyectos y cómo se realiza en ellas la gestión del saber, determinando lo que ellas identifican como factores clave para la gestión del conocimiento en un entorno con alta necesidad del mismo.

Con revisión bibliográfica se planteó marco teórico de referencia referido al caso de la industria de la construcción. A partir de esta revisión se determinó un cuestionario que reflejaba aspectos más importantes de la gestión del conocimiento, el cual va a ser presentado más adelante. Es importante destacar que el cuestionario es únicamente de selección múltiple con el fin de que fuera más fácil analizar las respuestas y que al encuestado le quedara más fácil responderlo. El formato de las encuestas fue electrónico, por medio de la herramienta Google Sheets, con el fin de hacer más fácil y práctica su distribución. Además de las encuestas se realizaron entrevistas personales a algunos de los actores más relevantes dentro del negocio de la construcción para poder obtener una información más detallada y de primera mano. El total de preguntas del cuestionario es de 57

Las entrevistas y encuestas estuvieron dirigidas principalmente a gerentes y directores de proyectos en las diferentes empresas, que por su cargo deben tener un alto conocimiento tanto técnico como general de las firmas y del sector de la construcción.

La selección de los encuestables se hizo con base en la lista de clientes de una firma de servicios de información para la construcción y al listado de empresas afiliadas a Camacol, Cámara Colombiana de la Construcción. Todas las entrevistas personales fueron grabadas. Con base a las respuestas de las encuestas y entrevistas se plantearon conclusiones sobre el estado de manejo del conocimiento en la industria de la edificación en Colombia. En total se envió la encuesta a 76 firmas de construcción diferentes y se realizaron 13 entrevistas.

4 RESULTADOS

En total de las 76 encuestas enviadas se recibió únicamente respuesta de 21 firmas de las cuales 13 fueron por parte de los entrevistados. Por esta razón las entrevistas tienen un peso muy importante dentro del estudio, porque adicionalmente contienen una información más profunda que las encuestas.

4.1 Sobre la gestión del conocimiento

En primer lugar, es importante resaltar que el conocimiento es un tema crucial en la industria de la construcción. Esto fue algo que se encontró tanto en la teoría, en la revisión bibliográfica, como en la práctica, por medio de las entrevistas. En todas las entrevistas los entrevistados hicieron énfasis en la importancia del conocimiento. Por citar algunas frases: “...el conocimiento y la experiencia son todo en el negocio de la construcción...” (Sánchez, 2014) o “...el conocimiento es lo más importante...” (García, 2014).

La siguiente tendencia en cuanto a la gestión del conocimiento encontrada es que existe un importante nivel de desconocimiento sobre el tema. A lo anterior se suma que hasta ahora muy pocas empresas tienen algún tipo de acercamiento consciente a KM. Sin embargo, se puede anticipar que como ya existen empresas que tienen o empiezan a tener en cuenta este, se puede esperar que en los próximos años aumente el número de empresas que van a empezar a implementar sistemas de gestión del conocimiento. Por afrontar la industria de la construcción local el entorno de un país multicultural como Colombia, podría ser de ayuda para las empresas implementar sistemas de gestión del conocimiento que les permitan operar en nuevos ambientes y regiones.

Otro problema del cual las empresas están muy conscientes es de que no pueden depender de las personas para su funcionamiento. Por esto han implementado diferentes maneras de promover que las personas se queden en la empresa, generando ambientes de trabajo muy amables, o, como tendencia general, manteniendo capaces equipos de trabajo donde resulta más fácil reemplazar a las personas que decidan irse.

Una tendencia registrada en las entrevistas es que se busca promover una cultura de transparencia, con el fin de generar un sector sostenible y entregar productos de calidad a los clientes. En cuanto a KM uno de los principales requisitos para una buena gestión es la transparencia de procesos que permita transferir conocimiento con facilidad.

4.2 Al interior de la empresa

Las principales formas encontradas de implementación de gestión del conocimiento se alcanzaron de forma inconsciente a través de la certificación ISO 9001. Esta norma se refiere a que la empresa acreedora de la misma tiene implementados Sistemas de Gestión de Calidad, a través de los cuales se estandarizan procesos, se crean formas de medir rendimiento y calidad. Para lograr estas certificaciones cada empresa tiene una aproximación diferente, pero de una u otra forma implementan sistemas de gestión del conocimiento, como los manuales de gestión integral y procesos, generados eventualmente al interior de la empresa a partir de conocimiento de la misma.

Aunque la creación de estos manuales es diferente en cada empresa, tiene como finalidad común facilitar controles, asegurar calidad y estandarizar procesos, disminuyendo la dependencia de la empresa frente a las personas. Esto ocurre haciendo que información importante sobre el cómo de cada operación o acción no dependa puramente del conocimiento individual, sino resida en esos documentos. La creación de

estos, en la mayoría de los casos, incluso integraba a los proveedores en la concepción de los mismos, para mantener las garantías sobre sus suministros.

Además de lo anterior, existe un consenso generalizado sobre la formación continuada de los empleados. La mayoría de las empresas promueven que los empleados tomen cursos que aumenten su conocimiento. Por iniciativa propia de los empleados o a través de cursos institucionales, se busca que los empleados se mantengan informados y aprendiendo sobre las cosas nuevas que aparecen en el mercado.

Otra tendencia es que si bien no se maneja el saber bajo el nombre de gestión del conocimiento sí se ha manejado por otros medios. Puede ser porque la empresa ha tenido la necesidad de implementar sistemas para solucionar problemas o que ven un alto beneficio en alguna herramienta, como las bases de datos e intranets. En algunas empresas se están implementando motores de búsqueda para encontrar soluciones a problemas actuales en experiencias anteriores.

En cuanto a tecnologías, existe un predominio en la utilización del sistema de gestión integral de una firma local de servicios de información para la construcción, en gran parte asociado a que acompaña a las organizaciones durante el proceso de implementación y, a partir de softwares generales, los adapta a las necesidades especiales de cada empresa.

Otra tendencia muy importante al interior de las organizaciones del sector es que en todas se declara el interés en promover cultura de colaboración y ambiente que promueva el trabajo amable. De acuerdo a diferentes gerentes, los trabajadores que se sienten identificados con la empresa y que les gusta su trabajo rinden mucho mejor que uno que no y esto puede significar mejora en resultados.

4.3 Entre empresas

Se encontró para la gestión del conocimiento entre empresas una tendencia muy importante en cuanto a actitud para compartir información. Las empresas del sector de no están abiertas a hacerlo a menos de que exista algún beneficio porque el conocimiento es una de las bases de sus ventajas competitivas. Cada empresa tiene su propio conocimiento y cultura que hacen que la hacen significativa en algunos aspectos solamente. En muchos casos, se trató de absurda la idea de compartir conocimiento pero se aclaró que en el caso de alianzas estratégicas se comparte información, aunque limitada exclusivamente a temas de las mismas.

Otra tendencia muy importante con relación a contratistas y proveedores es que se busca mantener cerca a los que desempeñan esos papeles de forma excepcional. Inclusive se llega a formar una simbiosis donde la constructora se encarga de proporcionar formación a los empleados de tales organizaciones externas para aumentar el capital intelectual que participa en los proyectos.

5 CONCLUSIONES

En primer lugar se establecieron las tendencias actuales en cuanto a gestión del conocimiento en la industria de la construcción en Colombia. Como tendencia principal se determinó que las empresas están manejando indirecta e inconscientemente su conocimiento con ayuda de procesos como los derivados de la certificación ISO 9001.

En la revisión bibliográfica se identificaron diferentes herramientas y técnicas para la gestión del conocimiento y factores principales que influyen en la implementación de

sistemas para su gestión. En especial se destaca como la cultura organizacional juega un papel vital para manejar el capital intelectual y personal de las empresas.

Se comprobó la forma diversa de gestionar proyectos con distintas culturas empresariales. Sin embargo, coincidían en la condición de transparencia como vital para ser exitosos en el desarrollo de proyectos de construcción y ser sostenibles a largo plazo.

El cuestionario extenso permitió ver tendencias en los diferentes temas aferentes a la gestión del conocimiento. Este reveló las diferentes direcciones en la industria y ayudó a guiar las entrevistas personales. Las entrevistas permitieron conocer en detalle el funcionamiento de las empresas y su manejo del conocimiento.

Las encuestas electrónicas fueron una especie de decepción ya que por falta de interés de las personas contactadas no se logró obtener muchas respuestas y prácticamente fue necesario limitarse a las entrevistas personales únicamente.

También se notó la importancia que se reconoce en el sector a la experiencia acumulada inicialmente como conocimiento tácito de cada persona. Por otra parte, se vio que en la mayoría de las empresas se busca ser independientes de las personas y mantener la información en los manuales y procesos de las empresas.

6 RECOMENDACIONES Y FUTUROS ESTUDIOS

Como recomendaciones para estudios similares y posibles lineamientos para futuros estudios con base a la experiencia del presente trabajo, se plantea aumentar tamaño de la muestra entrevistada y encuestada, profundizar mediante entrevistas gracias al acceso que ofrecen a información más detallada y abierta, sistematizar resultados numéricos en las encuestas realizadas en Google Sheets, para facilitar su manejo en Excel. Conviene profundizar el estudio sobre la relación entre proveedores y firmas de construcción. Para avanzar en el análisis del manejo del conocimiento al interior de las empresas se plantea la conveniencia de formular un modelo bajo el cual las organizaciones participes del sector de la construcción estén dispuestas a compartir conocimiento, realizando el mismo estudio en otros sectores como los de desarrollo de infraestructura o transporte. Desarrollar con firmas del sector de servicios de información, herramientas que permitan acceder a información no estructurada de las diferentes fuentes de información de las empresas.

REFERENCIAS

KULULANGA, G. K., & MCCAFFER, R. **Measuring knowledge management for construction organizations**. *Engineering Construction and Architectural Management* , 346–354, 2001

MAIMON, O., & ROKACH, L. **Springer**. *Data Mining and Knowledge Discovery Handbook*, 2010

RIBEIRO, F. L. **Enhancing knowledge management in construction firms**. *Construction Innovation* , 268-284, 2009

GRANADOS ACEVEDO, R. *Tesis de Magister: "Acercamiento al sector de la construcción y la ingeniería civil en gestión del conocimiento"*. Universidad de los Andes, Bogotá, 2006

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – **SÃO CARLOS – SP**

SÁNCHEZ, R. Entrevista sobre Gestión del Conocimiento en Construtora Las Galias, (A. Isaza, Entrevistador), 19 de Mayo de 2014

ACUÑA, M. *ANI*. Recuperado el 6 de 11 de 2013, de http://www.ani.gov.co/sites/default/files/gi12_guia_para_la_gestion_del_conocimiento_v1_ani_0.pdf, 9 de Marzo de 2012

GARCIA, L. E. Entrevista sobre Gestión del Conocimiento a la empresa Proyectos y Diseños. (A. Isaza, Entrevistador), 21 de Mayo de 2014

EGBU, C. O., ANUMBA, C. J., & CARRILLO, P. M. **Introduction**. *Knowledge Management in Construction* , 2005

EGBU, C. O., & ROBINSON, H. S. **Construction as a Knowledge-Based Industry**. *Knowledge Management in Construction* , 31-49, 2005

GASIK, S. **A Model of Project Knowledge Management**. *Project Management Journal* , 42 (3), 23-44, 2011

MASON, R. M. **The Critical Role of the Librarian/Information Officer as Boundary Spanner Across Cultures**. *Rethinking Knowledge Management* , 209-225, 2007.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

FATORES DE INFLUÊNCIA NA TROCA DE CONHECIMENTO: UM ESTUDO DE CASO EM UMA CONSTRUTORA DE MÉDIO PORTE

**SANTOS, Rúbia Bernadete Pereira dos (1); ISATON, Camila (2); JUNGLES,
Antônio Edésio (3)**

(1) UFSC, tel. (47) 9121-9829, e-mail: rubiabpds@gmail.com (2) UFSC, e-mail: camila.isaton@pucpr.br,
(3) UFSC, e-mail: ajungles@gmail.com

RESUMO

A construção civil está, atualmente, em um período de desaquecimento. Portanto, deve-se investir em ações que promovam o aumento da competitividade das empresas. Considerando que o principal recurso estratégico desta indústria são os seres humanos, responsáveis pela criação do conhecimento, e por consequência, pelas inovações e desenvolvimento de todos os processos, este estudo se propõe a identificar quais os fatores que interferem na troca de conhecimento entre os atores durante o desenvolvimento de um empreendimento. Para tanto, foi realizado um estudo de caso nos setores administrativos de engenharia de um grupo empresarial de médio porte. Foi aplicado o questionário, desenvolvido por Chinowsky, Diekmann e O'Brien (2010), aos colaboradores da empresa e avaliou-se o relacionamento entre os atores envolvidos nos processos anteriormente citados. Observou-se que, tanto as características estruturais da organização, como as características individuais dos atores, exercem influência na troca de conhecimento. O estudo identificou que a hierarquia, a cultura organizacional, a capacidade de comunicação, a experiência e a confiança entre os atores são os fatores preponderantes na troca de conhecimento entre os processos administrativos de engenharia durante o desenvolvimento do empreendimento.

Palavras chaves: Conhecimento, Redes sociais, Gestão de empreendimentos.

ABSTRACT

Nowadays, the construction industry is in a period of slowdown. Keeping this in mind, it should invest in actions that increase the competitiveness of companies. Considering that the main strategic resource of this industry are human beings which are responsible for creation of knowledge, and therefore, the innovation and development of all processes, this study aims to identify the factors that interfere in the exchange of knowledge among actors during the development of an enterprise. To this end, we conducted a case study in the administrative sectors of engineering in a medium-sized business group. The questionnaire developed by Chinowsky, Diekmann and O'Brien (2010) was applied to the company's employees to evaluate the relationship between the actors involved in the processes mentioned above. It was observed that both the structural characteristics of the organization and the individual characteristics of the actors influence the knowledge exchange. The study identified that the hierarchy, organizational culture, communication skills, experience and confidence between are the main factors in the exchange of knowledge between administrative engineering processes during the development of the enterprise.

Keywords: *knowledge, Social Networks, Project Management.*

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, vivencia-se um momento de crescente desenvolvimento tecnológico e intercâmbio de conhecimento entre os países. Neste contexto, Rezgui (2007) afirma que a gestão do conhecimento organizacional tem sido valorizada, sob a percepção de que é o principal recurso estratégico responsável pela sustentabilidade das empresas.

Na construção civil, fazem-se necessários, habilidades e conhecimentos de diversos profissionais, que atuam em diversas fases, concomitantemente ou não, e que trocam informações, experiências e sabedoria para suprir as deficiências de conhecimento entre eles.

Segundo Arif et al. (2009) um dos principais desafios é a retenção do conhecimento dos profissionais experientes, que deixam as empresas devido a aposentadoria, a mudança de emprego, ou por qualquer outra razão. Para Dave e Koskela (2009) a dificuldade está na lentidão da construção civil em adotar novas tecnologias.

Neste contexto, a gestão do conhecimento propicia uma melhora na comunicação, proporcionando um ambiente de partilha das melhores práticas, lições aprendidas e metodologias de gerenciamento de projetos, auxiliando no processo de tomada de decisões estratégicas e na inserção inovações (KANAPECKIENE et al., 2010).

Diante dos argumentos apresentados, verifica-se a relevância do artigo, que tem o intuito de identificar os fatores que interferem na troca de conhecimento entre os profissionais que atuam no desenvolvimento de um empreendimento.

Para atender ao objetivo, fez-se uma revisão sistemática da literatura pela metodologia *Knowledge Development Process – Constructivist* (ProKnow-C), para selecionar os fatores teóricos. E um estudo de caso para confrontar os resultados encontrados com a prática, por meio da aplicação do questionário de Chinowsky, Diekmann e O'Brien (2010) aos colaboradores de um grupo empresarial de médio porte.

O artigo está organizado em seis seções: 1 o capítulo introdutório; 2 o referencial teórico, contendo as informações da revisão sistemática, 3 a metodologia utilizada; 4 o estudo de caso nos processos administrativos de engenharia de um grupo empresarial de médio porte; 5 as considerações finais e, por fim, as referências.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1 Gestão do conhecimento

A gestão do conhecimento é um processo pelo qual o conhecimento é explorado e gerenciado para produzir valor à organização, visando o aproveitamento dos recursos, a melhoria contínua, a adaptação ao mercado e a sobrevivência da empresa, assim afirma Davenport e Prusak (1998), Egbu (2004) e Robinson et al. (2005).

Segundo Moreira e Ferreira (2007) a gestão do conhecimento é um processo de geração de conhecimentos por meio da gestão de documentos e informações, internas e externas; do mapeamento das competências e habilidades pré-existentes nos indivíduos; com o foco em identificar conhecimentos e desenvolve-los, gerando inovação.

Entretanto, o conhecimento não é criado pela empresa, mas são as mentes dos indivíduos que a compõe que o produzem. Nonaka e Takeuchi (1997) citam que o conhecimento não é algo linear, mas transmitido de um colaborador para o outro, avançando em conjunto, levando ideais, valores e emoções.

Assim, o conhecimento é o produto de um processo, cognitivo e subjetivo, onde as informações e experiências são somadas, em um processo ininterrupto de combinação de conhecimentos e agregação de novos componentes, onde o indivíduo é o criador e a organização a amplificadora (NONAKA; TAKEUCHI, 1997).

Portanto, a gestão do conhecimento direciona os colaboradores, por meio de um ambiente propício a interação, com ferramentas e tecnologias adequadas ao acesso às informações e com processos estruturados que permitem a compreensão dos objetivos organizacionais e assim a criação do conhecimento.

2.2 Fatores que Interferem na Gestão do Conhecimento

Muitos fatores exercem influência na gestão do conhecimento organizacional, alguns são visíveis outros não. Por meio da revisão sistemática da literatura foram identificados alguns aspectos relacionados ao indivíduo, à empresa, às tecnologias e à própria natureza do conhecimento, descritos no Quadro 01.

Quadro 01 - Fatores intervenientes na gestão do conhecimento.

Fator	Descrição	Autores
Apoio da alta administração	A alta administração exerce um papel fundamental na mudança organizacional, por ser responsável pela determinação das prioridades e dos valores da empresa, portanto, exerce o papel de engajamento.	Davenport, Prusak (1998); Teerajetgul, Charoenngam (2006); Moreira, Ferreira (2007).
Competência ou habilidade individual	Capacidade individual de transmitir e reutilizar as informações de forma eficaz, composta por elementos cognitivos e técnicos.	Davenport, Prusak (1998); Teerajetgul, Charoenngam, (2006).
Cultura organizacional	Refere-se às percepções, aos valores e às atitudes dos colaboradores. Sendo que, em ambientes onde há confiança, abertura, respeito e transparência, favorece-se o aprendizado e o compartilhamento do conhecimento.	Davenport, Prusak (1998); Robinson et al. (2005); Carrillo, Chinowsk(2006); Moreira, Ferreira (2007).
Estratégias	Definidas pelo desenvolvimento de políticas, objetivos e metas que estabeleçam com clareza a importância e os benefícios do compartilhamento do conhecimento a curto e longo prazo.	Davenport, Prusak (1998); Probst, Raub, Romhardt (2002); Robinson et al. (2005).
Incentivo ou recompensa	Tem o intuito de criar um ambiente de pressão e persuasão ao compartilhamento de conhecimento entre os colaboradores.	Davenport, Prusak (1998); Robinson et al.(2005); Teerajetgul,Charoenngam (2006).
Indicadores de desempenho	Têm como função a determinação de parâmetros para avaliar e ajustar a eficiência do processo de gestão do conhecimento.	Probst, Raub, Romhardt (2002); Robinson et al. (2005).
Recursos	Disponibilização de recursos à ações que promovam a gestão do conhecimento, tais como: atividades de interação entre os colaboradores, para desenvolver um clima de confiança e tempo para experimentar, refletir e compartilhar conhecimentos.	Robinson et al. (2005); Shelbourn, Anumba, Carrillo (2007).

Tecnologia de comunicação e informação	Ferramenta imprescindível para auxiliar na comunicação; na localização do conhecimento; e no processo de captura, divulgação, armazenamento e distribuição do conhecimento explícito.	Davenport, Prusak (1998); Teerajetgul, Charoenngam (2006).
--	---	--

Os três primeiros fatores representam a capacidade dos indivíduos, assim como, suas crenças e valores, que refletem em suas atitudes na empresa. Do quarto ao oitavo, são expostos processos a serem desenvolvidos pelas normas internas. O último fator se refere à tecnologia da informação e comunicação, ou seja, a uma ferramenta de apoio à troca e armazenamento de informação e conhecimento.

3 METODOLOGIA

O presente artigo é um estudo de caso desenvolvido nos setores administrativos de engenharia, em um grupo empresarial de médio porte, do subsetor de edificações, que atua no desenvolvimento, construção e comercialização de edificações comerciais e residenciais.

A seleção desta organização se deve às características das empresas de médio porte, que possuem processos estruturados, com a participação de diversos atores, que permite visualizar a interação entre eles. Os setores administrativos de engenharia foram escolhidos por serem o elo entre a visão da alta direção e a realidade da execução.

A pesquisa iniciou, no período de janeiro a março de 2014, com a aplicação da metodologia *Knowledge Development Process – Constructivist* (ProKnow-C), desenvolvida por Ensslin et al. (2010), que consiste em uma revisão sistemática da literatura, baseada na seleção dos artigos científicos mais relevantes.

A metodologia foi desenvolvida por meio da identificação das bases de dados de engenharia civil; e da seleção dos eixos de pesquisa, onde foram adotados os termos “*Knowledge Management*” e “*Construction Industry*”, por meio de um teste de adequação destes às necessidades da pesquisa.

Por seguinte, ocorreu a busca bruta dos artigos nas bases de dados, com os termos anteriormente mencionados, aplicando-se os filtros de pesquisa: assunto, título e resumo. Então, fez-se a leitura dos títulos para verificar aderência ao tema. Os artigos selecionados foram avaliados pelo número de citação no Google Acadêmico.

Os artigos classificados por possuírem 85% das citações foram elencados como as referências, com base no que é estipulada pela regra de Pareto. Então, realizou-se a leitura dos resumos destes artigos, com o objetivo de analisar seu vínculo ao tema. Por fim, chegou-se ao portfólio de 27 artigos.

Para identificar os fatores que determinam a troca de conhecimento, foi aplicado o questionário de Chinowsky, Diekmann e O’Brien (2010) a um grupo de 34 colaboradores, que atuam nos setores de: Planejamento Estratégico, Qualidade, Projetos Alterados, Projetos, Arquitetura, Orçamento, Planejamento e Controle de Obras.

O questionário, denominado Redes Sociais em Organizações de Projetos, foi realizado por meio do site “onlinepesquisas.com.br” no período de outubro a novembro de 2014. E obteve-se o retorno de 32 colaboradores, amostra mínima para nível de confiança de 95%, segundo cálculo de tamanho de amostra com população finita.

Após a coleta dos dados, estes foram compilados por meio do software de análise (Ucinet 6.538) dos autores Borgatti, Everett e Freeman (2002-2014), desenvolvido na Universidade de Harvard.

Para a análise dos dados foram utilizadas as recomendações de Chinowsky, Diekmann e O'Brien (2010), onde foram observadas as seguintes características:

- a) números de ligações (entrada/saída): quantidade de interações diretas entre os atores;
- b) grau de proximidade (entrada/saída): indica a possibilidade de criar vínculos e se ligar com os outros atores;
- c) grau de intermediação: refere-se ao potencial de criar vínculos, de modo, a intermediar o contato entre atores.
- d) densidade da rede: a quantidade de interações que existe entre os membros da rede, portanto, quanto maior o número de interações, maior a densidade;
- e) distância média: representa a distância entre os atores;
- f) entre outros itens que foram observados, com base nestes valores.

4 ESTUDO DE CASO

Com o intuito de estudar as relações entre os indivíduos e os fatores que interferem na troca de conhecimento, foi aplicado o questionário de Chinowsky, Diekmann e O'Brien (2010) aos colaboradores que atuam nos processos administrativos de engenharia de um grupo empresarial de médio porte.

O primeiro item avaliado foi a comunicação entre os colaboradores. Segundo Probst, Raub e Romhardt (2002) é por meio desta que se cria uma linguagem comum ao grupo, auxiliando na resolução de problemas. Além de permitir a criação de um ambiente amigável e favorável ao compartilhamento do conhecimento.

A comunicação apresentou os valores de média de ligação e densidade de rede, aproximadamente 50% superior aos demais questionamentos e as menores distâncias. Portanto, a comunicação, é dentre os aspectos estudados a que os colaboradores estão mais interligados.

Ao avaliar individualmente, verificou-se que os colaboradores que apresentavam menor número de contatos eram aqueles que ocupavam as funções de menor hierarquia, os estagiários. Então, inicialmente, conclui-se que o poder exercido dentro da organização determinava a quantidade de conversações.

Contudo, ao verificar que os colaboradores com maior número de ligações não eram aqueles com maior poder hierárquico, foi estudado os setores a qual eles pertenciam e constatado que a quantidade de conversações era determinada pelo tempo de atuação na empresa e a capacidade comunicativa individual dos colaboradores.

No que se refere às comunicações para a resolução de problemas, observou-se a concentração do poder de decisão e intermediação nos gerentes e coordenadores de Obras e Projetos. Este fato também foi constatado por Guzi (2011), que caracteriza a centralização do poder em setores tradicionais como um valor defendido pelas construtoras de médio porte.

Foi verificado que os mesmos colaboradores destacados como os mais comunicativos se apresentavam como os resolvidores de problemas. Justifica-se este resultado pela capacidade de comunicação individual e a confiança dos demais colaboradores, que se sentem confortáveis em resolver seus questionamentos com eles.

Ao analisar as comunicações sobre problemas organizacionais, foi constatado que a média de ocorrência das conversações não é frequente, ou seja, acontece com frequência inferior a uma vez por semana em média. E os mesmos colaboradores indicados como os responsáveis pelas resoluções de problemas se destacam.

Probst, Raub e Romhardt (2002), descreveram o conhecimento como um conjunto de aprendizados e habilidades que os indivíduos usam para resolver os problemas. Assim, constata-se que os colaboradores identificados como revolvedores de problemas, são os que se sobressaem na troca de conhecimento, e o inverso também é conferido.

Ao comparar a comunicação para resolução de problemas e a troca de conhecimento, verifica-se que a primeira é aproximadamente 10% superior, em média. Isto se deve ao fato de que a resolução de problemas é inerente ao processo de desenvolvimento das atividades, enquanto que a troca de conhecimento depende de outros elementos.

Ao analisar o fornecimento de informações, enfatiza-se a centralização de poder identificada na empresa, onde os líderes deliberam sobre as informações e possuem um maior poder de influência sobre a rede.

O fornecimento de informações é o questionamento onde há o menor número de ligações entre os atores, a menor densidade e as maiores distâncias. Expondo a dificuldade da organização em partilhar as informações entre os colaboradores.

A baixa densidade da rede e as poucas ligações refletem a segmentação dos setores, que tomam decisões desconexas ao processo do empreendimento como um todo. Enquanto que, a distância média elevada demonstra a onerosidade para que as informações cheguem ao seu destino.

Portanto, como consequência, se prevê dificuldades na partilha e distribuição de conhecimento, posto que, conforme indicado por Chinowsky, Diekmann e O'Brien (2010) a troca de informação é um processo mais simples quando comparado a troca de conhecimento.

No que diz respeito ao recebimento de informação, evidenciam-se os colaboradores responsáveis pela execução das obras. Isto ocorre devido aos resultados das atividades administrativas de engenharia se convergerem para a realização da obra.

O gerente das obras é apontado como o centralizador do conhecimento, devido a sua representatividade (como fornecedor e receptor das informações). Para Carrillo e Chinowsky (2006) há um alto risco negativo vinculado a este profissional, pois com a sua saída a empresa perde seus conhecimentos, sua experiência e o poder de decisão.

Estes gerentes tendem a valorizar a autonomia de suas decisões, sem justificá-las, resultando na falta de transparência, o que impede o compartilhamento do conhecimento e a aprendizagem organizacional (BRESNEN; GOUSSEVSKAIA; SWAN, 2004).

A confiança entre os colaboradores foi tratada por Davenport e Prusak (1998), Probst, Raub e Romhardt (2002) e Egbu (2004), como um dos principais elementos para gerar um ambiente propício à troca de conhecimento, por meio da qual as pessoas se sentem aptas a expor seus pensamentos e experiências, realizando a troca de conhecimento.

Constatou-se uma confiança no que se refere às funções profissionais, suavemente superior, em média 5%, do que as relações pessoais, evidenciando um clima de pouca confiança a confiança moderada.

Os colaboradores com os maiores índices de confiança foram os mesmos anteriormente citados, como os que possuem maior poder na organização, refletindo a forte influência

obtida pela função hierárquica e as relações de centralização de poder, característica da empresa.

Enquanto que os colaboradores citados como os mais comunicativos receberam boas avaliações em todos os índices de confiança, confirmando a hipótese de que a comunicação está diretamente relacionada à confiança. Contudo, a primeira depende de habilidades individuais do colaborador.

Os colaboradores com as funções de liderança são elencados, por seus colegas, como detentores de características que merecem respeito e consideração, sendo estes os atores-chaves para promover a cultura da partilha do conhecimento.

As expectativas de Chinowsky, Diekmann e O'Brien (2010) foram atendidas ao verificar que os atores-chaves tendem a ser os profissionais com maior poder hierárquico, uma vez que os processos de aprendizagem e criação do conhecimento estão diretamente relacionados ao poder e controle da organização.

O estudo de caso verificou o observado por Davenport e Prusak (1998), Teerajetgul e Charoenngam (2006), Moreira e Ferreira (2007) e Medeiros (2012), que mencionam que o apoio da alta direção é um fator interveniente no sucesso da implantação da gestão do conhecimento, pois eles ditam o direcionamento da organização.

Por fim, constatou-se a observação de Robinson et al. (2005), que a cultura organizacional é o fator de maior interferência e o mais difícil de alterar, pois se faz necessário modificar as crenças e os valores da empresa, de modo que a conversão do conhecimento deixe de ser realizada por poucas pessoas e se torne compartilhada.

5 CONCLUSÕES

Este artigo vislumbra a identificação dos fatores que interferem na troca de conhecimento entre os atores presentes no desenvolvimento de um empreendimento. Para tanto, realizou-se uma revisão sistemática na literatura e um estudo de caso nos processos administrativos de engenharia de um grupo empresarial de médio porte.

Verificou-se como a gestão do conhecimento é realizada pela empresa e foram identificadas as lacunas existentes na organização que dificultam a criação do conhecimento organizacional, podendo ser destacadas as contribuições descritas a seguir.

Constata-se que os profissionais com maior nível hierárquico foram apontados pelos demais colaboradores, como os “resolvedores de problemas” e “conhecedores” da empresa.

Averigua-se o domínio exercido por Projetos e Obras na troca de informação, conhecimento e na capacidade de influenciar os demais setores, devido estes serem os setores centrais e mais tradicionais da empresa responsáveis pela maioria das decisões.

Identifica-se que o relacionamento humano é essencial para o compartilhamento do conhecimento, posto que as habilidades comunicativas do indivíduo e a experiência na organização fazem com que se adquira a confiança dos demais colaboradores, que indicam estes profissionais como os conhecedores da empresa.

Por fim, este estudo identificou que a hierarquia, a cultura organizacional, a capacidade de comunicação, a experiência e a confiança são os fatores preponderantes na troca de conhecimento entre os processos administrativos de engenharia, durante o desenvolvimento do empreendimento.

REFERÊNCIAS

- ARIF, M. et al. Measuring knowledge retention: A case study of a construction consultancy in the UAE. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v. 16, n. 1, p. 92-108, 2009.
- BORGATTI, S. P.; EVERETT, M. G.; FREEMAN, L. C. **Ucinet 6 for Windows**: Software for Social Network Analysis. Analytic Technologies, Harvard, MA: 2002-2014.
- BRESNEN, M.; GOUSSEVSKAIA, A.; SWAN, J. Embedding new management knowledge in project-based organizations. **Organization Studies**, London, v. 25, n. 9, p. 1535-1555, dez. 2004.
- CARRILLO, P.; CHINOWSKI, P. Exploiting knowledge management: The engineering and construction perspective. **Journal of Management in Engineering**, [S.l.], v. 22, n. 1, p. 2-10, 2006.
- CHINOWSKY, P. S.; DIEKMANN, J.; O'BRIEN, J. Project organizations as social networks. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 136, p. 452-458, 2010.
- DAVE, B.; KOSKELA, L. Collaborative knowledge management – A construction case study. **Automation in construction**, [S.l.], v. 18, p. 894-902, nov. 2009.
- DAVENPORT, T. H.; PRUSAK, L. **Conhecimento empresarial**: como as organizações gerenciam seu capital intelectual. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1998.
- EGBU, C. O. Managing knowledge and intellectual capital for improved organizational innovations in the construction industry: an examination of critical success factors. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S.l.], v. 11, n. 5, p.301-315, 2004.
- ENSSLIN, L.; ENSSLIN, S. R.; LACERDA, R. T. O.; TASCA, J. E. **ProKnow-C, Knowledge Development Process – Construtivist**. Processo técnico com patente de registro pendente junto ao INPI. Brazil, 2010.
- KANAPECKIENE, L., et al. Integrated knowledge management model and system for construction projects. **Engineering Applications of Artificial Intelligence**. [S.l.], v. 23, n. 7, p.1200-1215, 2010.
- MOREIRA, D. A.; FERREIRA, M. A. T. Teoria e prática em gestão do conhecimento (GC): Um olhar exploratório sobre as empresas de consultoria em GC atuantes no Brasil. **GT 3: Mediação, Circulação e Uso da informação**. [S.l.], p. 1 – 12, 2007
- NONAKA, I. ; TAKEUCHI, H. **A criação do conhecimento na empresa**. Rio de Janeiro: Campus, 1997.
- PROBST, G.; RAUB, S.; ROMHARDT, K. **Gestão do Conhecimento**: os elementos construtivos do sucesso. Porto Alegre: Bookman, 2002.
- REZGUI, Y. Knowledge systems and value creation: An action research investigation. **Industrial Management & Data Systems**, [S.l.], v. 107, n. 2, p. 166-182, 2007.
- ROBINSON, H. S. et al. Knowledge management practices in large construction organizations. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 12, n. 5, p. 431-445, 2005.
- SHELBOURN, M. et al. Planning and implementation of effective collaboration in construction projects. **Construction innovation**, [S. l.], v. 7, n. 4, p. 357-377, 2007.
- SHINODA, A. C. M. **Gestão do conhecimento em projetos: um estudo sobre conhecimentos relevantes, fatores influenciadores e práticas em organizações projetizadas**. 2012. 304 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, 2012.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

TEERAJETGUL, W.; CHEREONNGAM, C. Factors inducing knowledge creation: empirical evidence from Thai construction projects. **Engineering, Construction and Architectural Management**, [S. l.], v. 13, n. 6, p. 584-599, 2006.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MÉTODO DE TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO DE EQUIPE DA CONSTRUÇÃO CIVIL BASEADO NA MENTALIDADE ENXUTA

PANAINO, Brunna Bernardo de Faria (1); PALIARI, José Carlos (2)

(1) Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, (16) 3306-6588, e-mail: brunna_bernardo@yahoo.com.br (2) UFSCar, e-mail: jpalari@ufscar.br

RESUMO

A indústria da construção civil apresenta constantes avanços no desenvolvimento de materiais, porém um atraso notável na gestão. Para auxiliar no processo de gestão, tem procurado adotar-se o conceito de mentalidade enxuta surgido na indústria automobilística e que tem sido adaptado para diversos segmentos devido sua eficiência. Têm sido desenvolvidos diversos trabalhos teóricos sobre o tema, porém ainda há dificuldade na implantação na construção civil pela baixa escolaridade da equipe de obra, ausência do diagnóstico organizacional, entre outros. Este trabalho tem por objetivo apresentar uma forma de treinamento para mão de obra direta com foco na redução de desperdícios baseado nos conceitos de mentalidade enxuta. Classificada como pesquisa-ação, contemplou as seguintes etapas: (1) revisão bibliográfica sobre métodos pedagógicos, treinamento e mentalidade enxuta; (2) desenvolvimento de proposta preliminar de treinamento e capacitação e seus mecanismos de avaliação; (3) aplicação e validação (4) proposta final do método de treinamento e capacitação. A aplicação mostrou que o modelo desenvolvido colabora para preenchimento da lacuna existente entre a teoria de construção enxuta e a prática nas construtoras. O diferencial do modelo consiste em aplicação de treinamento com fundamentos pedagógicos de estilos de aprendizagem para atender melhor o público alvo.

Palavras-chave: Mentalidade enxuta, Treinamento, Construção civil

ABSTRACT

The industry of civil construction presents frequent progress in material development, but a notable delay in management. To assist in the management process, it has been sought to adopt the concept of lean thinking that emerged in the automotive industry and it has been adapted to various segments because of its efficiency. They have developed several theoretical works on the subject, but there are still difficulties in the implementation in construction due to low education of the workforce; lack of organizational diagnosis, among others. This work aims to present a form of training for the workforce with a focus on reducing waste based on the concepts of lean thinking. Classified as action research, the following steps were included: (1) literature review on teaching methods, training and lean thinking; (2) development of preliminary proposal of training and capacity and its evaluation mechanisms and subsequent (3) application and validation (4) final proposal for the training and qualification method. The application shows that the model developed contributes to filling the gap between the lean construction theory and the practice of construction. The uniqueness of the model consists of the application of the training with pedagogical foundations of learning styles to best suit the target audience.

Keywords: *Lean thinking, Training, Civil construction.*

1 INTRODUÇÃO

A exigência do cliente quanto ao produto, o crescimento no setor da construção civil seguido pela crise financeira, tem gerado competitividade exigindo maior eficiência e

qualidade das construtoras. Segundo Romanel (2009), para que as construtoras tenham melhor desempenho é preciso melhorias na gestão das obras. Visando a melhoria da gestão, o conceito de Mentalidade Enxuta tem sido adaptado e usado em diversos setores da indústria.

Para Picchi (2001), o setor da Construção Civil vê o conceito de Mentalidade Enxuta como relevante e relativamente novo e sua aplicação vem sendo debatida em congressos, porém um pequeno nicho de seu potencial foi explorado; existindo ainda lacunas como a aplicação de forma prática nos canteiros de obras. Um dos gargalos relacionados a esta questão reside na falta de treinamento e capacitação da mão de obra.

De acordo com Romanel (2009), é importante a qualificação da mão de obra para aumentar a produtividade; porém, a capacitação dos operários ainda é dificultada pela baixa escolaridade; transmissão informal de conhecimentos; relação entre operários e superiores; pouca atratividade e alta abstração dos treinamentos.

Além destas questões, os treinamentos são realizados sem levar em consideração os aspectos característicos de quem está recebendo o treinamento e, conseqüentemente os estilos de aprendizagem mais adequados.

Portanto, para preencher esse vazio, este trabalho tem por objetivo apresentar um método para treinamento e capacitação da mão de obra direta da construção civil enfocando o conceito de mentalidade enxuta, levando-se em consideração o perfil psicológico do treinando.

Classificada como pesquisa-ação, contemplou as seguintes etapas: (1) revisão bibliográfica sobre métodos pedagógicos, treinamento e mentalidade enxuta; (2) desenvolvimento de proposta preliminar de treinamento e capacitação e seus mecanismos de avaliação; (3) aplicação e validação (4) proposta final do método de treinamento e capacitação.

O conteúdo do método proposto está alicerçado nos cinco princípios do Sistema Toyota de Produção, explorados por Jones; Womack (2004), quais sejam: Valor; Fluxo de Valor; Fluxo Contínuo; Produção Puxada e Perfeição e nos propostos por Koskela (1992) direcionados à construção, a partir destes, com destaque para o relacionado à redução da parcela de atividades que não agregam valor (desperdícios) ao processo e ao produto elaborado.

2 TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO

2.1 Definições e objetivos

Capacitação, segundo o dicionário Aurélio, possui as seguintes definições: “ato ou efeito de capacitar” enquanto que o termo capacitar, segundo este mesmo dicionário consiste no “ato ou efeito de tornar-se capaz” que, por sua vez, significa “ter capacidade; estar apto; estar instruído; hábil; preparado”.

A partir destas definições, considera-se capacitação como o ato ou efeito de tornar o indivíduo instruído, apto ou hábil a desenvolver determinada atividade.

Por sua vez, o treinamento, segundo Chiavenato (2000), é um processo organizado que auxiliará na educação, desenvolvimento de habilidades, conhecimentos e atitudes específicas para atender objetivos definidos.

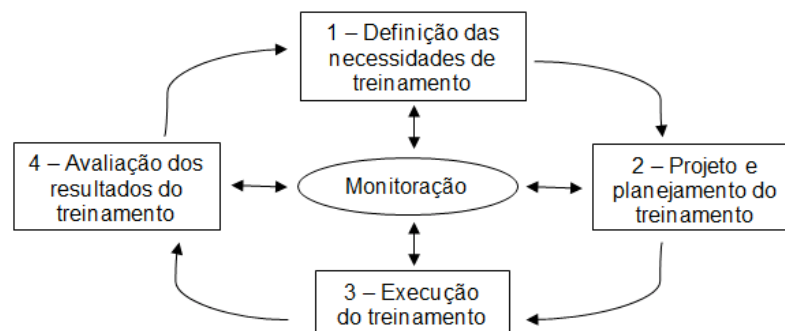
Qualquer treinamento aplicado espera como resultado que haja mudança de hábitos ruins e que o profissional cresça. Para Marra (2000) os principais objetivos do treinamento são: Formação profissional - capacitar o indivíduo para determinada função através de transmissão de informações e práticas necessárias para seu bom desempenho; Especialização - transmite informações e práticas específicas para uma determinada área de trabalho visando obter melhores resultados; Reciclagem - revisa conceitos e práticas já transmitidas renovando-as ou atualizando-as conforme necessidades.

2.2 O processo de treinamento e capacitação

Qualquer treinamento deve ter uma estrutura formatada e deve ser de interesse e receber apoio de todos dentro da empresa, desde a liderança até os subordinados. De acordo com Bastos (1994), o treinamento deve ser estruturado, ter uma sistemática programada com objetivos claros e atuar como ferramenta que auxiliará na transferência de conhecimentos e habilidades específicas que modificarão atitudes do treinando em relação às pessoas, tarefas, à organização ou ao ambiente.

A NBR ISO 10015 (ABNT, 2001) coloca o treinamento como sendo um processo planejado e sistemático dividido em quatro estágios (Figura 1) que formam um ciclo. Este ciclo é alimentado e enriquecido a cada vez que se repete. Segundo esta norma, é importante buscar o envolvimento do pessoal, inserir os participantes no treinamento de modo que eles se sintam coautores e responsáveis pelo sucesso deste.

Figura 1 - Ciclo geral do treinamento



Fonte: NBR ISO (ABNT, 2001)

2.3 Métodos e técnicas aplicáveis ao treinamento e capacitação

Vargas (1996), mostra que desde a década passada já havia preocupação com a melhor seleção dos métodos a serem utilizados para o treinamento e classifica esta escolha como algo muito importante na especificação do treinamento. Ele faz então uma comparação dos métodos existentes na época: aula; treinamento em serviço; interpretação de papel; jogos e simulações; assistida por computador e videodisco interativo. Hoje temos mais métodos e itens para auxiliar o treinamento, como: simulações; realidade virtual; lousa digital; aprendizagem ativa e outros.

Estes métodos para aplicação do treinamento são limitados e atingem apenas parte do público se não for levada em consideração o fato de que as pessoas aprendem de diferentes maneiras. Para que o treinamento seja efetivo é importante considerar os estilos de aprendizagem.

3 MÉTODOS PEDAGÓGICOS DE ENSINO E APRENDIZAGEM

3.1 Personalidade e aprendizado

O jeito de ser do indivíduo é derivado de sua personalidade e esta por sua vez influencia seu relacionar, aprender, ensinar, ou seja, todo seu viver. Keirsey (1998) classifica os tipos característicos dos seres humanos em quatro categorias: extrovertida ou introvertida; sensitiva ou intuitiva (ou observadoras e introspectivas respectivamente); pensativa ou sentimental e julgadora ou perceptiva. Cada um desses tipos psicológicos demonstra um modo de agir, interagir e aprender. O ser humano possui todos eles, porém com diferentes intensidades; existem os predominantes e auxiliares.

Como exemplo, ainda, segundo Keirsey (1998), as pessoas **introvertidas** são reservadas e têm dificuldades para se expressar, preferem ouvir a falar; já as **extrovertidas** tendem a não prestar atenção na fala dos demais por estarem ansiosos para falar. Pessoas **observadoras** tem habilidade com assuntos práticos e concretos do cotidiano, são detalhistas e não erram muito; enquanto as **introspectivas** preferem o mundo abstrato das ideias e não se prendem à realidade, são visionárias.

3.2 Estilos de ensino e aprendizagem

Felder; Silverman (1988) descrevem o processo educacional dividido em duas fases: a recepção e o processamento da informação. “Na fase da recepção, a informação externa (observável através dos sentidos) e a informação interna (que surge introspectivamente) ficam disponíveis para os estudantes, que selecionam o material que vão processar e ignoram o resto” (FELDER; SILVERMAN, 1988 p. 2). A fase do processamento pode ser dedutiva, indutiva ou através da memória; reflexiva ou ativa; introspectiva ou interativa de acordo com cada indivíduo e resultar no aprendizado ou não.

Segundo Felder; Soloman (1991), de acordo com os tipos psicológicos e formas com que recebem e processam a informação, podem ser classificados os alunos e seu estilo de aprendizagem em:

- **Ativos:** para estes recomendam-se atividades práticas aliadas à teoria; auxílio audiovisual para o ensino e aulas no laboratório;
- **Reflexivos:** para estes é interessante fazer associações e trabalhar com tabelas, sumários, quadros gerais onde seja apresentado tópicos/resumo do conteúdo apresentado;
- **Sensoriais:** aprendem de modo indutivo e é importante aplicação de testes práticos, promoção de discussão dos fatos entre os colegas e relação de fatos com teoria;
- **Intuitivos:** para que o ensino possa ser efetivo deve-se envolvê-los nos projetos e em atividades com os colegas, a aula deve ser diversificada;
- **Visuais:** para estes é necessário o uso de recursos visuais como gráficos, tabelas, filmes, quadros, Power Point etc. para demonstrar o conteúdo a ser ensinado.
- **Verbais:** para a aprendizagem e relevante grupo de estudos, discussões e debates, atividades que gerem interação;
- **Sequenciais:** sentem necessidades de diagramas, resumos, mapas, esboços etc. do que será ensinado;
- **Globais:** Este grupo pede leitura ou análise superficial de textos apenas para captar as ideias centrais, simples atividades após cada assunto para dividir o conteúdo em blocos.

Felder (1996) diz que o professor deve mesclar seu método de ensino, pois se ele ensinar do modo menos preferencial de seus alunos, suas aulas podem deixar de ser interessantes e os alunos podem ter seu rendimento afetado. Porém se ele só ensinar do modo preferencial, os alunos podem não desenvolver a agilidade mental que necessitam para ter melhor desempenho estudantil e profissional.

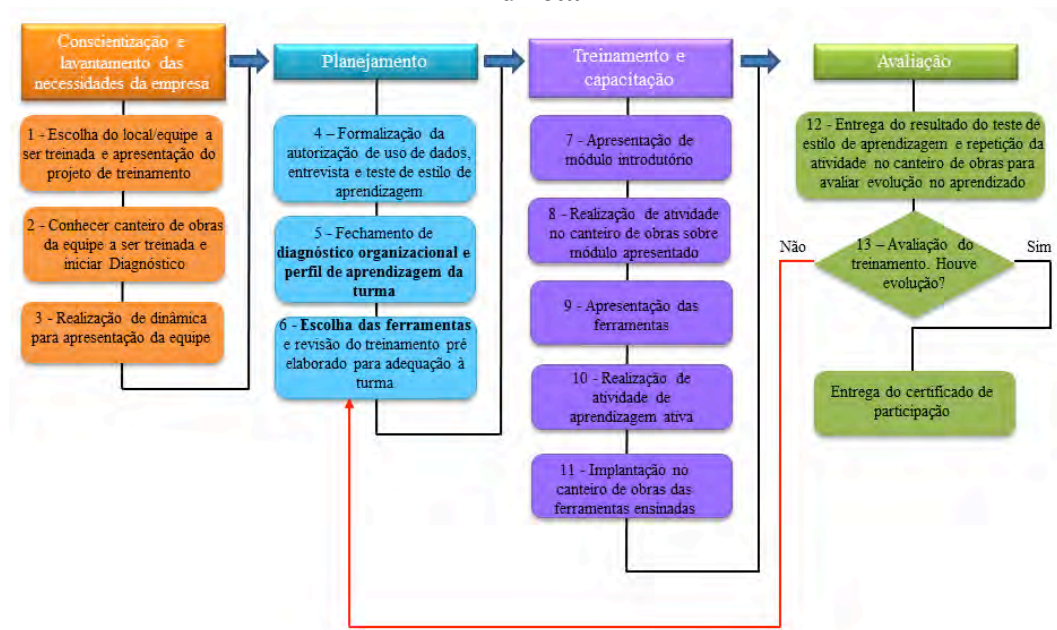
4 MÉTODO PARA TREINAMENTO E CAPACITAÇÃO DA MÃO DE OBRA DIRETA

A proposta de treinamento e capacitação desenvolvida vincula perfil psicológico e mentalidade enxuta na construção civil, visando redução de desperdícios de modo prático e didático.

4.1 Estrutura do método

O Método está estruturado em quatro Fases (Figura 2), sendo que a apresentação de cada uma é feita na sequência.

Figura 2 – Estrutura do método de treinamento e capacitação da mão de obra direta



Fonte: Os autores

4.2 Detalhamento do método

FASE 1: Conscientização e levantamento das características da empresa

São levantadas as necessidades de treinamento por meio de observação e entrevista com a liderança da empresa e o perfil da turma a ser treinada por meio da aplicação de teste de estilo de ensino-aprendizagem. O diagnóstico da empresa iniciado na primeira fase por meio de observação e diálogo é fechado na Fase 2 por meio de entrevistas sobre a rotina de trabalho e assim são escolhidas as ferramentas a serem ensinadas.

FASE 2: Planejamento

O foco do treinamento é habilitar a equipe direta a reconhecer e eliminar os desperdícios e as ferramentas da mentalidade enxuta auxiliarão este processo. O Quadro 1 apresenta as ferramentas ensinadas e quais desperdícios podem ser eliminados com sua aplicação.

Quadro 1 – Relação entre desperdícios e ferramentas da mentalidade enxuta

Ferramentas escolhidas a princípio	Desperdício relacionado
<i>Housekeeping</i> – Manutenção da casa - 5 “S” – composta por cinco sentidos que devem ser inculcados nos colaboradores: senso de utilização; senso de ordenação; senso de limpeza; senso de saúde e segurança; senso de autodisciplina.	Excesso de estoque (eliminar itens desnecessários)
<i>Kanban</i> – Sistema de puxar – sistema para controle da produção e materiais de forma a evitar grandes estoques visando produção e compras puxadas pela demanda.	1 - Excesso de estoque; 2-Superprodução
<i>Cell design</i> – Células de manufatura – agrupamento de máquinas e postos de serviço arranjados (desenhados) da melhor forma para operarem e controlarem a produção e qualidade dos produtos fabricados.	1 - Espera; 2- Transporte ou movimentação desnecessários
QCO – <i>Quick Change Over</i> – Troca Rápida de Ferramentas – metodologia que visa redução dos tempos de setup para reduzir os tamanhos dos lotes e ter maior flexibilidade no atendimento aos pedidos da produção puxada.	1 - Espera
TPM – <i>Total Productive Maintenance</i> – Manutenção Produtiva Total – objetiva o comprometimento dos colaboradores com a manutenção das máquinas e equipamentos tornando os mesmos mais confiáveis.	1 - Defeitos

Fonte: Os autores

FASE 3 – Treinamento e capacitação

A fase de execução do treinamento deve-se dar por meio de apresentações com métodos de ensino diversificados para que fossem atingidos os diferentes perfis de aprendizagem. A apresentação do conteúdo de diferentes modos também se torna mais cativante para o público. O Quadro 2 relaciona métodos de ensino e perfis de aprendizagem abrangidos.

Quadro 2 – Métodos de ensino e perfis de aprendizagem

	Ativos	Reflexivos	Sensoriais	Intuitivos	Visuais	Verbais	Sequenciais	Globais
Dinâmicas	x		x	x		x		x
Recursos audiovisuais	x				x	x	x	x
Simulação	x			x	x			
Discussão			x	x		x		
Resumo		x			x		x	x
Aprendizagem ativa		x						
Implantação	x		x	x				

Fonte: Os autores

Todo o conteúdo deve ser passado com auxílio de recursos audiovisuais no início da ‘aula’ e reforçado com outra atividade (dinâmica, discussão, simulação) no fim da

‘aula’. Durante todo o treinamento deve-se ter cuidado em fazer com que os treinandos associem o conteúdo ensinado e as melhorias propostas à sua rotina de trabalho por meio de discussões e dinâmicas variadas.

Para facilitar o entendimento dos treinandos devem ser utilizadas ilustrações de situações do dia a dia e depois estas analogias devem ser trazidas para situações do canteiro de obras. Por exemplo: para explicar as atividades que agregam valor, não agregam valor e perdas ou desperdícios podem ser usadas imagens de carros e, em seguida, imagens de canteiros de obras para que classificassem as atividades. No caso em questão, o sucesso do treinamento depende de diferenciar estas atividades ou itens e focar nas que são classificadas como desperdícios. Para esclarecer qualquer dúvida e fixar o conteúdo, deve-se realizar uma dinâmica no canteiro em que cada treinando recebe bandeirolas para sinalizar: com verde – o que agrega valor; amarelo – o que não agrega valor e vermelha – desperdícios (Figura 3).

Figura 3 – Atividade com bandeirolas para classificação de atividades



Fonte: Os autores

Outro exemplo de dinâmica a ser utilizada consiste na simulação de leiaute do canteiro de obras. O canteiro é reproduzido com papel plastificado e os treinandos divididos em trios. Cada trio deverá propor um melhor leiaute para o canteiro de obras de acordo com o que aprenderam com a ferramenta *cell design* (Figura 4).

Figura 4 – Dinâmica em que se deve propor um melhor leiaute para o canteiro



Fonte: Os autores

Para auxiliar na fixação do conteúdo e ajudar que o treinando faça relação do que foi e o que será ensinado, antes de cada conteúdo foi apresentado um resumo dos itens abordados anteriormente e feita a ligação com o tema a seguir.

FASE 4 – Avaliação

Nesta fase é verificada a eficácia do método de treinamento proposto. O mesmo é dado por encerrado quando houver evolução no canteiro de obras e absorção do conteúdo ensinado, ou repetido se os resultados não forem positivos. A avaliação do treinamento é realizada em três níveis. Avaliação de: (a) reação – realizada por meio da percepção da aceitação e aplicação do conteúdo ensinado; (b) aprendizagem – realizada por meio de entrevista em que os treinandos respondem de modo assertivo perguntas sobre o conteúdo ensinado e repetição da dinâmica das bandeirolas seis meses após o

treinamento e uma nova entrevista com os treinandos com o objetivo de se constatar a fixação do conteúdo; (c) mudanças de comportamento – avaliado por meio de observação da prática do que foi ensinado e de entrevista com o encarregado da obra.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho apresentou um método de treinamento e capacitação da mão de obra abordando os diversos estilos de aprendizagem de tal forma a facilitar que o conteúdo ensinado seja assimilado e gravado pela mão de obra direta a ser treinada. A proposta é dinâmica e atrativa, permitindo aos treinandos expor seus pontos de vista, trazendo para discussão exemplos de melhorias a serem adotadas em sua rotina de trabalho dentro da empresa. A aplicação deste, levando-se em consideração os tipos psicológicos na aprendizagem, é um diferencial para o sucesso de treinamentos desta natureza.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). NBR 10015: **Gestão da qualidade – diretrizes para treinamento**. Rio de Janeiro, 2001.

BARROS, M.M.S.B. **Metodologia para a implantação de tecnologias construtivas racionalizadas na produção de edifícios**. 1996. 422p. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo. 1996.

CHIAVENATO, Idalberto. **Gestão de Pessoas**. 9 ed. São Paulo: Campus, 2000.

FELDER, Richard M.; SILVERMAN, Linda K.. **Estilos de Ensino e Aprendizagem na Educação do Engenheiro**. Journal Engineering Education, 1988, vol.78, n.7. April. P. 674-681.

FELDER, Richard M. SOLOMAN, Barbara A. **Index of Learning Styles (ILS)**. 1991.

HOLANDA, A. B. **Dicionário Aurélio Escolar da Língua Portuguesa**. 1 ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1988.

JONES, Daniel; Womack, Jones. **Enxergando o Todo**. Massachusetts-EUA: Brookline, abril de 2004,98.

KEIRSEY, David. **Please Understand Me II Temperament Character Intelligence**, Chapter 1 Notes, 1ª ed., Prometheus Nemesis Book Company, Del Mar, CA, 1998, pp.331-337.

KOSKELA, Lauri. **Application of the new productions philosophy to construction**. CIFE Technical Report, 1992, n. 72. Setembro.

MARRA, J. P. **Administração de recursos humanos: do operacional ao estratégico**. São Paulo: Futura, 2000.

PICCHI, Flávio Augusto. **Lean thinking (mentalidade enxuta): avaliação Sistemática do potencial de aplicação no setor de Construção**. In: Simpósio Brasileiro de Gestão da Qualidade e Organização do Trabalho no Ambiente Construído, 2, 2001, Fortaleza, CE.

ROMANEL, Fabiano Barreto. **Jogo “Desafiando a Produção”: uma estratégia para a disseminação dos conceitos da construção enxuta entre operários da construção civil**. 2009. 155f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 2009.

VARGAS, Miramar Ramos Maia. **Treinamento e desenvolvimento: reflexões sobre seus métodos**. Revista de administração, São Paulo v.31, n.2, p. 126 a 136, abril/junho de 1996.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GUIDELINES TO ADDRESS TALENT MANAGEMENT IN CHILEAN CONSTRUCTION COMPANIES

**GÓMEZ, Claudia (1); SALVATIERRA, José Luis (2); ALARCÓN, Luis F. (3);
VELÁSQUEZ, Ximena (4)**

(1) Centro de Excelencia en Gestión de la Producción (GEPUC), Pontificia Universidad Católica de Chile, teléfono: (+56 2) 23547050, e-mail: cgomez@gepuc.cl, (2) Departamento de Ingeniería Civil en Obras Civiles, Universidad de Santiago de Chile, e-mail: jose.salvatierra@usach.cl, (3) Departamento Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile, e-mail: lalarcon@ing.puc.cl, (4) Gestión de la Producción Asesorías (GEPRO), e-mail: dvelasquez@gepro.cl

ABSTRACT

The high and permanent rotation in the construction industry has led organizations to consider talent capture and retention as crucial; however, they do not accurately comprehend how to incorporate them into their management practices. Accordingly, this paper will show a research on six companies of this field, for which Lean constitutes an essential part in their practices. The main objective is to explore the notion that companies have concerning Talent Management (TM) and to inquire about their management practices and the collaborators' views, identified as talents. The study is exploratory. Semi-structured interviews with the areas of Human Resources and surveys to collaborators identified as Talents were considered for the data collection process. Both dimensions were offset each other in order to generate a matrix that maps different intervention needs. Results analysis reveals that many participating companies do not hold a clear representation or standardization of TM practices, but rather these are carried out based on individual needs. Additionally, the need for a common definition of Talent that suits these organizations is emphasized; therefore, the final part of this study focuses on identifying the issues detected in the literature that should be incorporated in this definition, such as leadership and motivation.

Keywords: Talent Management, Lean Construction, Human Resource Development, Culture.

RESUMEN

La alta y permanente rotación en la industria de la construcción, lleva a las organizaciones a reconocer que la captura y retención de talentos es algo fundamental, sin embargo no saben cómo incorporarlo a su gestión. Dado lo anterior, el presente documento, muestra un estudio en seis empresas del rubro en las cuales Lean es parte de alguna de sus prácticas. El objetivo principal es indagar que entienden las empresas por Gestión del Talento, además de pesquisar las prácticas de gestión que realizan las organizaciones y la valoración que realizan los colaboradores, identificados como talentos. El estudio es de tipo exploratorio y la recolección de datos consideró entrevistas semi estructuradas a las áreas de Recursos Humanos y encuestas a los colaboradores identificados como Talentos. Ambas dimensiones se contrarrestaron entre sí para generar una matriz que grafica distintas necesidades de intervención. El análisis de los resultados da cuenta que gran parte de las empresas participantes no tiene una formalización clara o estandarización de las prácticas de gestión del Talento, sino más bien, se realizan en función de necesidades particulares. Adicionalmente, se destaca la necesidad de avanzar en una definición común de talento transversal a estas organizaciones.

Palabras-claves: Gestión del talento, Construcción Lean, Desarrollo de Recursos Humanos, Cultura.

1 INTRODUCTION

Over the years, sustained business growth since the 90's due to free trade and globalization has created an increasingly competitive environment, characterized by organizations that are continually seeking for new ways to gain competitive advantages, generating partnerships, expanding and trying to take the company to new heights.

These expansions have caused companies to seek for people called "talents" to support growth and promote innovation and internal knowledge among organizations. In that sense, acquiring, developing and retaining talents has become a competitive strategy for many HR departments (Silzer & Dowell, 2010). Since its appearance in the 90's with McKinsey & Company's "The War for Talent" (Scullion & Collins, 2011), several authors have contributed with their visions to develop a definition of talent. For example, Balza (2010) defines human talent as the set of knowledge and practice of individuals and workgroups in organizations, but also as a set of attitudes, skills, beliefs, abilities, values, motivations and expectations regarding individual system, organization, work, and society.

On the other hand, derived from the efforts made by Toyota in the automotive industry related to a new production system that differentiates from the industrial one called Lean production (Liker, 2003), several organizations in various countries have tried to apply the concepts and principles of this philosophy, adapting to other occurrences. Since the early 90's the development of this philosophy has been promoted in the construction field, shaping what is now known as Lean Construction, in which the activities of transformation and flow coexist, and whose main subjects are creating value for the customer, providing continuous flow and eliminating waste (Koskela, 1992). Since its inception, this philosophy has regarded people as the core of an organization, thus promoting the following: active participation in the organization, teamwork, empowerment, shared information to everyone, leadership promotion, among others. Accordingly, a need to establish a link associating interrelated TM and Lean practices, as outlined above, emerges.

Based on this, in this exploratory study the following objectives are established: (1) Investigating the notion of Talent Management that 6 Chilean companies have (all of them presenting at least one Lean practice in their management); (2) Identifying Talent Management practices carried out by these companies, and how these are valued by their collaborators - identified Talents; and (3) Recognizing relationship between the Talent Management practices of these companies and the Lean philosophy.

2 TALENT MANAGEMENT

Within the organizational context, during the 90's the term Talent is noticeably identified in the literature as "Talent Management." This concept arises from the references made by the group of consultants McKinsey & Company in a study called "The War for Talent," in which talent was defined as the ability to identify superior performance related to personal performance of each worker within organizations (Scullion & Collins, 2011).

In this study, the main feature of the word "talent" was the worker's individual performance. The key was to know and approach those behaviors within the organization and to go in depth into those individuals' performances, in particular those more distinguished (Smart, 1999). It was equally important to identify the key positions that empowered the impact of the organization's competitive advantage (Boudreau and Ramstad, 2007). This study was carried out by conducting surveys to nearly 13,000 executives of large and medium enterprises, in order to describe how companies create,

attract, retain, and train Talent teams. Thus, it was identified that only those companies with effective TM practices would survive in the market, which resulted in the creation of the aforementioned book. It was stated here that the best organizations had a Talent-oriented strategy (Saracho, 2008 and Saracho, 2011).

TM plays a key role in an organization's strategy. It helps to identify existing talent gaps in different hierarchies, succession plans to be used, and implementation of recruitment, selection, education, motivation and retention tools for the people considered as Talents (Whelan & Carcary, 2011). In that sense, Jiménez, Hillier-fry and Diaz (2008) identify the most significant features that an organization should have for a successful TM, highlighting the following: Devoting time and efforts to understand the trends of the socio-economic and labor market contexts, together with an analysis of the company; Acting throughout the TM chain; and Involving key stakeholders at different stages of the chain to support the process. However, no action is relevant without first start acting and implementing a TM strategy. Each organization has its own definition of "talent."

Therefore, by having this internal definition, it is possible to carry out effective management because in order to develop a sustainable competitive advantage over time it is critical that organizations adopt their own strategies and models that focus on their own definitions. Thus, techniques such as benchmarking prove useful for effective TM (Saracho, 2011; Jiménez, Hillier-fry and Diaz, 2008). After this, once talent has been identified the main aspect to consider is knowing the factors that appear to be essential to identify talented people within the organization. In that sense, Silzer and Davis (2010) describe some models that focus on various factors, such as cognitive abilities, personality, learning skills, leadership, motivation, performance, or others. While it is not possible to say which is the correct model, there exist useful studies to consider which guide the practices when TM is needed, for example: Howard Gardner's model; Joseph Renzulli's model; triadic interdependence model; Munich's multifactorial and typology model; the differentiated model of giftedness; Csikszentmihalyi's model; Sternberg's model; among others (Lorenzo, 2005). In summary, the practices that can be found in relation to TM consist of three main stages (Stahl et al. 2012): (1) Recruitment, staffing and succession; (2) Training; and (3) Retention. It is expected that if these actions are carried out aligned to the organization's strategy and definition of talent, effective and efficient TM to compete in the market will be achieved.

3 LEAN AND TALENT MANAGEMENT

Lean production philosophy has been studied and adapted for construction in various international initiatives (Lean Enterprise Institute - LEI, Lean Construction Institute - LCI, Construction Industry Institute - CII, International Group for Lean Construction, - IGLC, Núcleo Orientado para a Inovacao da Edificao - NORIE); however, despite efforts made to date it has failed to be applied in all its magnitude. In this sense, it is stated that implementations in construction have been very fragmented, because they have focused on the application of specific tools, neglecting the social and organizational fields needed to support global applications, covering the entire company and its links (Picchi & Granja, 2004). Considering this, it can be inferred that the opportunity to manage people as a central focus for the success of Lean practices in organizations is lost, in which TM could suggest a proven potential according to studies carried out in other industries. According to a study conducted in 2005 with six Chilean construction companies that implemented Lean Management practices, they were affected by various organizational and human resources factors, which hampered implementation efforts and affected the synergy factors of project teams (Alarcon et al,

2006). Additionally, several studies conducted both in Chile and other countries have identified cultural barriers and people management as key elements for the success of this philosophy (Sarhan, S. and Fox, 2013). Particularly, the study conducted in 2005 accounts for the critical factors and barriers to the implementation, related with people (Table 1).

Table 1: Critical Factors of the Lean practices implementation and barriers related with people

Critical Factors	Barriers related with people
Time	The role of site/Office manager The importance of commitment Resistance to change Short term vision
Training	
Organization	
Parallel implementation with other	
Improvement	
Programs	
Problematic projects	

Source: Pavez et al. 2006

Given these barriers, the companies changed their visions and guided their strategic efforts to review the role of Project Manager, to review the performance assessment systems of the organization, to redesign their site-organization efforts to achieve goals (Implementation of Lean Management Practices), and to redesign their incentive programs and developed a "Lean Organization" training program (Pavez et al, 2006). Despite changes made by the companies according to the research reported above, it can be said that these have not been disseminated in the construction industry, given the TM diagnosis. The following practices are identified: Recruiting, Talent Screening, Training, Retention, Compensation, and Benefits (Stahl et al, 2012). It was found that companies in the industry have not yet formalized practices. It should be noted that three companies participating in this study were also part of the 2005 study (Pavez et al, 2006). Remarkably, as indicated in the previous section, TM plays a key role within the organization's strategy (Whelan & Carcary, 2011). Similarly, Business Vision is one of the first competence areas considered for the Lean Construction Professional Profile (LCPP) model, because in order to have a whole effectiveness of both the company and the person sharing goals, objectives and values is needed (Pavez 2007).

4 METHODOLOGY

The study developed was exploratory since there are no previous studies on TM in the field of construction in Chile, and neither in the participating companies of the "collaborative Building Excellence Group", which is currently working along with the Center of Excellence in Production Management, Pontificia Universidad Católica de Chile (GEPUC).

- **State of the art construction:** Review of theoretical and empirical background about TM.
- **Instrument design for data collection and sample selection:** Data collection was performed in two stages. The first one intended to identify organizational issues related to Recruitment, Training, Retention, Incentives, organizational culture and work climate through semi-structured interviews conducted with HR departments.

The approximate duration of these interviews was one hour. The second stage, for people identified as talents by companies in the previous stage, included two questionnaires with the aim of identifying aspects related to their knowledge about mission, vision, values and strategic objectives, plans for training and induction level, feedback from headquarters and workplace environment. In summary, purposive sampling was used for sample selection considering two target groups for the survey data within the six participating companies: (1) HR departments that responded interviews, and (2) employees who were identified as "talents" by HR managers from each company.

- **Data Analysis and consolidation of results:** Analysis stage of the collected information. In the case of numerical data, it is used to analyze measures of central tendency and dispersion, and in the case of qualitative data, Concept-guided coding is used so that the categories had previously been defined according to the evidence provided by the literature.
- **Sample Description:** The selected sample consists of a group of 6 Chilean construction companies, which participate in a collaborative work program to incorporate Lean practices within their management and procedures. These companies specialize in the areas of height and length building, light industrial construction and mining operations. The total number of participants in surveys and interviews were 105 professionals, where 56% were project professionals, and 44% were headquarters professionals.

5 RESULTS ANALYSIS

Based on the information gathered through interviews and surveys, the following is identified:

- The companies do not have a definition of talent and, according to the literature, effective management can only be achieved only once this is established (Saracho, 2011). Additionally, they lack of processes or procedures relating to TM practices, and they also lack of a formalization and standardization level of related practices. Currently, these are made based on the particular needs of those who were identified as talents.
- The companies have an average of one practice from a total of 5 large sets of practices identified in the literature and used for this research: Recruitment, Talent Detection, Training, Retention and Compensations, and Benefits (Stahl et al, 2012).

In relation to the results obtained by those people identified as talents by organizations, the following can be observed:

- Clear acknowledgment of the companies' management since these people have a high level of knowledge about their companies' missions and visions, as well as a high level of adherence to their companies' values.
- Lack of a formal induction process, which leads to increased learning time when joining the company. Additionally, companies lack of training plans tailored to the needs specified by the "Talents." Thus, there is no knowledge about competence gaps to be improved and succession plans, which are not formalized by the organizations either.
- Lack of feedback to the "talents" by the headquarters, which does not allow to correct errors or to capitalize on successes. This also influences the lack of a

knowledge management that allows things that are done well can be replicated in other projects or in other processes. Whelan and Carcary (2011) propose a model where TM and knowledge management are aligned, because they have elements that could promote good organizational strategy.

Based on the results, a characterization matrix where companies were located according to 2 criteria was developed: Definition degree of their organizational strategies and formality/standardization degree of their TM practices, which is displayed in chart 1.

Chart 1: Characterization Matrix



Source: Own Realization

Chart 1 shows four quadrants according to the formalization degrees of the practices and the clarity in the Organizational Strategy. Each one is defined as:

- Enthusiastic management oriented to TM: The organizational strategy is not clearly defined by the organization, and there is no clear communication as well. However, there is formalization of the practices defined for TM.
- Chaotic management: The organizational strategy is not clearly defined and not well communicated by the company. Moreover, there is no formalization of all or most defined TM practices.
- Enthusiastic management oriented to Organizational Strategy: There is a clear definition of the organizational strategy and clear communication of it. However, there is no formalization of all or most TM practices.
- Strategic talent management: The organizational strategy is clearly defined, communicated, and understood by the organization. There is formalization/standardization of the defined management practices as well.

6 SUMMARY AND CONCLUSIONS

Note that the TM model is mainly criticized due to it lacks an established definition, and the term "talent" is used without a common definition. Therefore, its management often depends on the private initiatives of organizations, which are seldom translated into tasks performed by the human resources department, and this is not always part of the organization's strategy. In short, TM is associated with concepts such as career

development, succession plans, or development of skilled people in different roles. From the above it is deduced that one of the main problems is the lack of a systematic way to carry out an effective knowledge management, as there is not a unique view about its conception. Thus, there is a significant difference between what is effectively performed in organizations and what is found on the literature or researches (Lewis & Heckman, 2006). This could be due to this field of study is relatively new, and there is no sufficient information yet to make distinctions among specific industries, such as construction. Beyond the concept itself, the importance of TM is its application and how the organization defines "talent" in its competitive strategy - particularly when seeking to account for its potential usefulness for the organization, since only certain types of organizations require an implementation model (González Martínez and Pardo del Val, 2007). According to the literature and this study certain guidelines can be defined, which will help construction companies participating in the study to integrate a TM model, enabling the incorporation of Lean philosophy. In that sense, the following is recommended:

- Align the organizational strategy with TM, so that a sustainable competitive advantage over time can be created. For this, it is important to note that corporate vision is a core competency of a professional, considering a lean profile (Pavez, 2007). In parallel, companies should create an own definition of talent that is shared by the organization and that fits its strategies and the people's needs.
- Set the levels to which TM is desired to be developed and establish where it is most appropriate to intervene according to the diagnosis performed. It is therefore important to consider the 5 factors deemed as cornerstones for a Lean implementation (Aki Pekuri et al, 2012): Leadership, Competences, Confidence, People and Motivation.
- Formalize / standardize TM practices: Recruitment and Selection, Retention, Training, Compensation and Benefits and Talent Detection. In this sense, there is a plenty of literature suggesting that for a lean transformation the practices of Recruiting, Training, and Retention are essential. Monica W. Tracey and Jamie Flinchbaugh W. (2006) indicate that Recruitment should seek for features like: Ability to Communicate, work in teams, Creation and following of measurements, work across organizational boundaries, and acknowledgement and celebration of Successes. Likewise, they refer to recognition and performance as essential features for staff retention, not necessarily indicating a higher pay range, but rather fair and equitable.
- Permanent feedback between leadership and "talents" must occur in order to have an organizational culture where continuous improvement is part of everyday life.

Finally, it is important that TM attempts to empower people as the most important intangible asset of an organization, whose distinctive performance will satisfy its customers, add value and constantly seek perfection in management and processes.

REFERENCES

ALARCÓN, L. F.; PAVEZ, I. "How Construction Project Managers use Their Time: Empirical Evidence in Chilean Construction Companies" In: Construction in Developing Economies International Symposium, Proceedings of CIB W107, 2006, January 18 – 20, Santiago, Chile.

ALARCÓN, L.F. (editor). Lean Construction., A.A. Balkema, Rotterdam, pp. 1997. The Netherlands, 497

AKI PEKURI; MAILA HERRALA; AKI AAPAOJA; HARRI HAAPASALO. “Applying Lean in Construction – Cornerstones for Implementation” In ANNUAL CONFERENCE OF THE INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Proceedings of the 20th, July 17 -22, 2012, San Diego, California.

BALZA, A. **Educación, investigación y aprendizaje: una herramienta desde el pensamiento complejo y transdisciplinario.** Guárico: APUNESR. 2010.

BOUDREAU, W.; RAMSTAD, M. Beyond HR: The New Science of Human Capital. Boston: Harvard Business School Press. 2007

GONZÁLEZ, T.; MARTÍNEZ, C. y PARDO DEL VAL, M. La gestión del talento en la empresa industrial española. Revista Economía Industrial, 374, 21-35. 2007

JIMÉNEZ, A.; HILLIER-FRY, C.; DÍAZ, J. Gestión del talento: una estrategia diferenciada para un entorno global. Harvard Deusto Business Review, 2008, 2-15 p.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction.** United States: Stanford University. 1992

LEWIS, R. & HECKMAN, R. Talent Management: A critical review. Human Resource Management Review, 2006, 16, 139-154.

LIKER, J. **The Toyota Way: 14 Management Principles from the world’s greatest manufacturer.** 2003, New York: McGraw- Hill.

LORENZO, R. ¿A qué se le denomina talento?: estado del arte acerca de su Conceptualización. Intangible Capital, 2005, 11(2), 72-163.

PAVEZ, I.; ALARCÓN, L.F. Qualifying People to Support Lean Construction in Contractor Organizations. In: ANNUAL CONFERENCE OF INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Proceedings of the 14th, 2006. Pontificia Universidad Católica de Chile: Santiago, Chile.

PAVEZ, I. **Desarrollo del Recurso Humano para apoyar la implementación de Lean Construction: Perfil de Competencias y Capacitación.** Tesis de Magíster. Escuela de Ingeniería. Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago, Chile. 2007.

PICCHI, F.A.; GRANJA, A.D. Construction sites: using lean principles to seek broader implementations. In: ANNUAL CONFERENCE OF INTERNATIONAL GROUP FOR LEAN CONSTRUCTION, Proceedings of 12th, Agosto 3-5, 2004, Copenhagen, Dinamarca.

SARHAN, S.; FOX. Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry, The Built & Human Environment Review, Faculty of Science and Technology, University of Plymouth UK, 2013, Volume 6, 1-17.

SARACHO, J. **Un modelo para la definición organizacional del talento.** Psicología Organizacional Humana, 2008, p. 27-52

SARACHO, J. **Talento Organizacional.** Ril Editores: Chile. 2011

SCULLION, H. & COLLINGS, D. **Global Talent Management. United Kingdom: Taylor & Francis.** 2011

SILZER, R. & DOWELL, B. **Strategy- Driven Talent Management: A leadership Imperative.** Estados Unidos: John Wiley & Sons. 2010

SILZER, R. DAVIS, S. Assessing the potencial of individuals. En Scott, J. & Reynolds, D. (Eds), Handbook of workplace assessment: Evidence-Based Practices for selecting and developing organizational talent. Estados Unidos: Jossey-Bass. 2010

SMART, B.D. **Topgrading: How leading companies win by hiring coaching, and keeping the best people.** Paramus, NJ: Prentice Hall Press, 1999.

STAHL, G.; BJÖRKMAN, I.; FARNDAL, R.; MORRIS, S.; PAAUWE, J.; STILES, P. Wright, Six principles of effective global talent management. Sloan Management Review, 2005, 53(2), 25-42.

TRACERY M.; FLINCHBAUGHT F., How Human Resource Departments Can Help Lean Transformation, 2006, Target Volume 22 Number 3, p. 5-10

WHELAN, E. & CARCARY, M. Integrating talent and knowledge management: where are the benefits. **Journal of Knowledge Management**, 2011, 15 (4), 675- 687.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL E A GERAÇÃO Z: ARGUMENTOS PARA ATRAIR O JOVEM PARA O SETOR

BERDU, Isabela Gardin(1); DE MORI, Luci Mercedes (2); MIOTTO, José Luiz (3); CANOVA, José Aparecido (4)

(1) Universidade Estadual de Maringá (UEM), (44) 3011-1335, e-mail: isagb@hotmail.com (2) UEM, e-mail: lmmori@uem.br (3) UEM, e-mail: jlmiotto@uem.br (4) UEM, e-mail: jacanova@uem.br

RESUMO

A indústria da construção civil, mesmo com os avanços caracterizados pelas inovações tecnológicas, ainda esbarra na problemática da qualificação de mão de obra e do desinteresse dos jovens por este setor. Este trabalho tem como objetivo determinar quais aspectos, ligados ao setor, têm potencial de atração para uma parcela da Geração Z ingressante no mercado de trabalho. A estratégia de pesquisa foi a social exploratória, que pode caracterizar-se como a primeira etapa de uma investigação ampla. O instrumento de coleta de dados foi o questionário, o qual foi aplicado a jovens estudantes de três instituições de ensino da cidade de Maringá – PR. Como resultados destacam-se: as informações veiculadas pelos meios de comunicação e a opinião dos familiares são os fatores que mais influenciam a tomada de decisão profissional dos jovens; os fatores de interesse dos jovens, ao entrar no mercado de trabalho, são a realização pessoal, a garantia de emprego e a boa remuneração. Portanto, os potenciais argumentos de atração são o nível de satisfação dos jovens que já trabalham no setor, a oportunidade de estabilidade dentro das empresas e os pisos salariais. A maneira considerada eficiente para divulgação desses atrativos é a internet.

Palavras-chave: Geração Z, Execução de obras, Mão de obra operacional.

ABSTRACT

The building industry, despite the advances characterized by technological innovations, still faces the problem of manpower qualification and the lack of interest of young people in this sector. This study aims to determine which aspects, related to the sector, have the potential of arousing the interest of a portion of Z Generation entrant in the labor market. The research strategy was a social exploration, which can be characterized as the first stage of an extensive investigation. The data collection instrument was a questionnaire, which was applied to young students from three educational institutions of the city of Maringá– PR. Some of the results are: the information broadcasted by the media and the opinions of family are factors that influence the young people's professional decisions; the youth's interest factors when entering the labor market are the personal fulfillment, employment guarantee and good wages. Therefore, the arguments of potential attraction are the level of satisfaction of the young people that already are working in the sector, the opportunity of stability within companies and wage floors. The manner considered efficient to publicize these attractions is the Internet.

Keywords: Z Generation, Constructions, Operational manpower.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil vem sendo alvo cada vez mais frequente de estudos e pesquisas, devido ao seu constante crescimento e a sua grande contribuição no Produto Interno Bruto nacional. Mesmo com o constante avanço das tecnologias e com as crescentes inovações em relação aos modelos construtivos, ainda há uma enorme

preocupação quanto à disponibilidade e a qualificação da mão de obra, já que o seu processo de produção exige o uso constante de serviços de mão de obra para chegar-se ao objetivo principal (BELING, 2006).

Estudos realizados a respeito do perfil dos trabalhadores do setor da construção civil em Maringá constata o baixo percentual de mão de obra jovem e qualificada. Isso pode ser um fator preocupante para o empresariado, visto que a idade do trabalhador da construção civil é em média mais alta do que a de outros setores da economia (MIOTTO et al., 2013). Segundo dados da CBIC (2011), a maior concentração de trabalhadores está na faixa etária de 30 a 39 anos (30,21% do total) e de 40 a 49 anos (22,04%), o que junto já resulta em mais de 50% dos trabalhadores do setor.

A geração que está ingressando no mercado de trabalho nos dias atuais é conhecida como Geração Z. Segundo Shinyashiki (2009), essa geração pede mudanças. Conectados com o mundo digital, os jovens que nasceram sob o domínio da tecnologia chegam ao mercado de trabalho esperando por um mundo semelhante ao seu, conectado, aberto ao diálogo, veloz e global.

As mudanças organizacionais na construção civil ocorreram de maneira acelerada por conta da crescente competitividade que pressionou as organizações por melhores resultados. Como consequência, destaca-se o desenvolvimento tecnológico que alterou os processos produtivos, as formas de gerência do trabalho e o perfil de mão de obra ideal (PINHEIRO, 2004). Desse modo, a mão de obra jovem pode ser considerada indispensável por sua facilidade de lidar com tecnologias, sua vontade de adquirir conhecimento rapidamente e por sua menor resistência frente às mudanças.

De acordo com empresários do setor da construção civil, tem ocorrido um fenômeno bastante preocupante nos últimos anos. Segundo esses, há um desinteresse por parte dos trabalhadores mais jovens, em idade inicial de carreira, em procurar uma ocupação no setor (CIM, 2013).

Estudos realizados mostram que a proporção de jovens na construção civil brasileira vem caindo mais que nos demais setores, conseqüentemente, a idade do trabalhador é em média mais alta. A falta de empregabilidade de jovens e de mulheres, os segmentos mais escolarizados da população, pode indicar a tendência de um apagão de mão de obra qualificada no setor (NERI, 2011).

A necessidade de atrair e estimular os jovens a trabalharem no setor da construção civil justifica o presente projeto de pesquisa, uma vez que se espera, como resultado, a identificação de quais aspectos setoriais devem ser destacados na tentativa de aumentar o interesse dos jovens pelo setor.

Nesse contexto, este artigo tem como objetivo determinar quais aspectos ligados ao setor da construção civil tem potencial de atração para uma parcela da Geração Z ingressante no mercado de trabalho.

A estratégia de pesquisa utilizada neste estudo foi a pesquisa social exploratória, que muitas vezes caracteriza-se como a primeira etapa de uma investigação mais ampla. A definição dos participantes desta pesquisa foi feita sem o uso de técnica específica de definição de amostragem, o que é permitido em uma pesquisa social exploratória, visando apenas buscar respostas de diferentes grupos de jovens. Optou-se por abordar jovens cursando o ensino médio (Escola Estadual Theobaldo Miranda Santos), jovens realizando cursos técnicos (Escola Concretta) e jovens frequentando cursos profissionalizantes (Senai Maringá) voltados ao setor da construção civil. O acesso a esses jovens ocorreu por meio das instituições de ensino em que eles estudam. A

escolha dessas instituições foi feita de acordo com a disponibilidade de acesso a elas e do número de alunos dispostos a participar da pesquisa.

O instrumento de coleta de dados foi o questionário. Elaboraram-se dois tipos de questionários: um destinado aos jovens cursando o ensino médio e outro aos jovens frequentando cursos técnicos ou profissionalizantes.

Realizou-se uma aplicação pilotoa um grupo de 35 alunos para identificar as inadequações do instrumento de coleta de dados. A coleta de dados foi feita com a ajuda de um professor ou auxiliar administrativo. Foram excluídos todos os questionários respondidos por pessoas com mais de 25 anos já que estes não se encaixam na faixa etária da geração Z. Obteve-se 188 questionários respondidos, sendo 100 por jovens do sexo masculino e 88 do sexo feminino. Na análise foram consideradas somente as respostas de pessoas do sexo masculino, visto ser esse o sexo majoritário quando se trata de mão de obra operacional do setor da construção civil. A tabulação das respostas foi feita com o uso de planilhas do programa Microsoft Excel®.

2 RESULTADOS E DISCUSSÃO

2.1 Caracterização dos respondentes

A faixa etária dos entrevistados ficou entre 14 e 25 anos. A maioria (57%) encontrou-se na faixa etária entre 15 e 17 anos.

Dentre os respondentes, 50% eram jovens cursando o ensino médio, 40% eram jovens frequentando cursos técnico ou profissionalizante e 10% cursavam o ensino médio e curso técnico simultaneamente.

Os jovens foram questionados quanto a sua atual ocupação. Nessa questão 55% responderam que apenas estudavam, outros 45% disseram que além de estudar também trabalham. Dos que trabalhavam, apenas 12% estavam no setor da construção civil.

Considerou-se importante também conhecer o percentual de respondentes que possuem familiares próximos que trabalham no setor da construção civil, para que seja possível avaliar a influência dessavariável na decisão profissional. Constatou-se que 39% dos respondentes possuem algum parente que trabalha no setor.

2.2 Nível de interesse pela construção civil

Uma das questões abordadas no questionário foi formulada com o intuito de identificar o nível de interesse dos jovens por trabalhar no setor da construção civil.

2.2.1 Jovens do ensino médio e das escolas técnica e profissionalizante

Os jovens tinham que classificar seu nível de interesse em trabalhar na construção civil como: nenhum, pouco, médio, muito ou indicar se já haviam optado por trabalhar no setor. Embora 26% dos respondentes tenham classificado seu nível de interesse como médio, alto ou já tenham optado pelo setor, 74% destes, quando questionados a respeito do que irão fazer quando finalizarem o Ensino Médio, disseram que pretendem fazer faculdade. Esse fato indica que os poucos que demonstram ter interesse em trabalhar no setor da construção civil pretendem ocupar posições hierarquicamente altas.

Avaliou-se também a influência do fato dos jovens terem ou não familiares que trabalham no setor da construção civil, com os quais eles convivem, e o nível de interesse deles pelo setor. Embora não seja muito significativa a diferença, o nível de interesse dos jovens que têm contato com o setor por meio de familiares é maior em

relação aos que não têm. Dos jovens participantes da pesquisa, 65% que têm familiares que trabalham no setor da construção civil, com os quais eles convivem, confessaram não ter ou ter pouco interesse em trabalhar no setor. A rejeição em relação a trabalhar na execução de obras é maior entre os jovens que não possuem familiares trabalhando na construção civil, correspondendo a 60%.

2.2.2 Jovens cursando somente cursos técnicos ou profissionalizantes

Por estarem frequentando cursos diretamente relacionados ao setor, o nível de interesse destes alunos foi abordado de forma diferente. Estes jovens foram questionados se acreditam que daqui cinco anos estarão trabalhando no setor, 95% acreditam que sim.

2.2.3 Visão dos jovens em relação ao trabalho na execução de obras

Para compreender o desinteresse dos jovens que estão cursando apenas o ensino médio pelo setor buscou-se identificar qual a visão desses jovens em relação ao trabalho na construção civil (execução de obras). Por ser uma questão aberta, os jovens foram instruídos a escrever a primeira coisa que lhes viessem em mente quando pensassem em execução de obras.

As repostas obtidas foram analisadas e classificadas como visão positiva, visão negativa e visão neutra. Na classificação de visão positiva encaixam-se os que escreveram que vêm em mente grandes construções e dinheiro, que representa a boa remuneração que muitos associam ao setor. Classificou-se como visão negativa a opinião dos que relacionaram o setor somente com sujeira, trabalho pesado e cansativo e baixa remuneração. Algumas respostas foram classificadas como neutras já que o jovem não soube expor sua visão dizendo apenas que era um setor de suma importância para a sociedade.

Considerando somente as visões positivas e negativas tem-se que: 26% dos jovens respondentes que cursam o ensino médio têm visão positiva do setor e 74% possuem visão negativa.

2.2.4 Fatores que influenciam a decisão dos jovens

No momento da escolha profissional muitos são os fatores que podem influenciar a decisão dos jovens. Buscou-se identificar o nível de influência de três principais fatores que foram identificados na pesquisa: família, meios de comunicação e amigos.

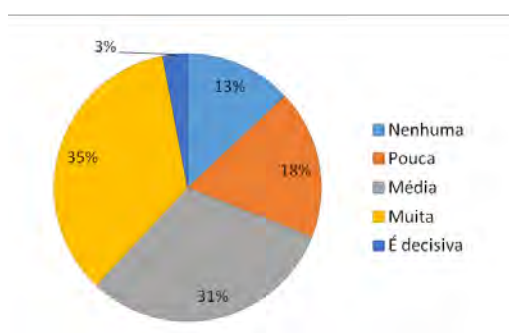
Os meios de comunicação, neste caso, são consideradas ferramentas que permitem a transmissão de informações entre locais distantes no espaço e no tempo, destinados a promover a comunicação. No questionário se explicou aos jovens que, nesse item, deveriam ser considerados jornais, revistas, rádio, televisão e internet.

Os jovens entrevistados tiveram que classificar a influência de cada um dos fatores citados como: nenhuma, pouca, média, muita ou indicar se representavam fatores decisivos.

A partir das respostas obtidas, se constatou a pouca importância dada pelos jovens à opinião de amigos e a grande importância que é dada às informações veiculadas através dos meios de comunicação e à opinião dos familiares.

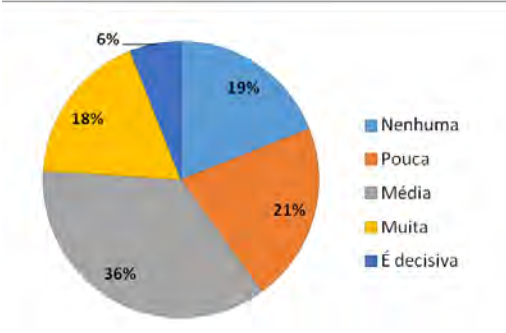
Em relação à influência dos meios de comunicação, 38% dos respondentes acreditam que as informações veiculadas através dos meios de comunicação influenciam muito ou são decisivas (Figura 1). Uma parcela de 24% dos respondentes considera que a opinião dos familiares tem muita influência ou é decisiva (Figura 2).

Figura 1 – Influência dos meios de comunicação na escolha profissional



Fonte: Os Autores (2015)

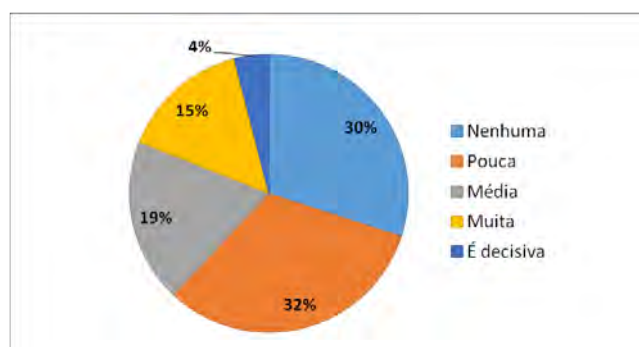
Figura 2 – Influência da opinião dos familiares na escolha profissional



Fonte: Os Autores (2015)

No que diz respeito à opinião dos amigos esse número foi menor, 19% acreditam que a influência é muita ou decisiva (Figura 3).

Figura 3– Influência da opinião dos amigos na escolha profissional



Fonte: Os Autores (2015)

Além de identificar o nível de influência de cada um desses fatores, comparou-se o nível de influência da família e dos meios de comunicação de cada aluno, bem como o nível de influência da família e dos amigos.

Dos alunos respondentes 39% informaram que os meios de comunicação têm maior influência na sua escolha profissional em relação à opinião dos familiares, 35% disseram que esses dois fatores influenciam da mesma maneira e 29% apenas que a família tem influência maior.

Comparando a influência dos amigos e dos familiares obteve-se a seguinte situação: 17% são mais influenciados pelos amigos, 49% mais influenciados pela família e 34% igualmente influenciados pelos dois fatores.

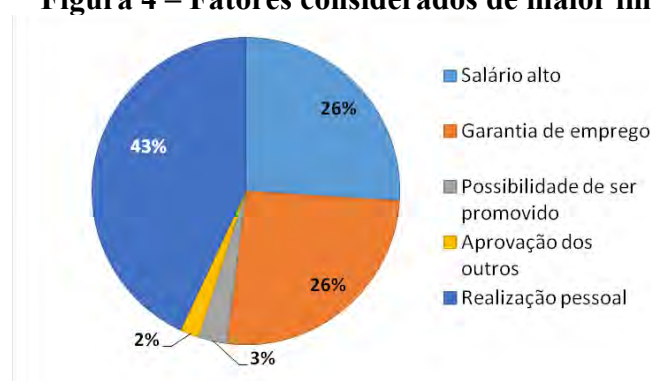
2.2.5 Expectativa dos jovens ao ingressar no mercado de trabalho

Para compreender melhor a falta de interesse dos jovens pela construção civil e para pensar em formas de atraí-los e retê-los, buscou-se determinar também os interesses e expectativas da Geração Z ao entrar no mercado de trabalho.

Por meio dos questionários os jovens participantes da pesquisa classificaram, por ordem de importância, os seguintes fatores: boa remuneração, estabilidade, plano de carreira, aprovação social e autorrealização. Visando facilitar a compreensão de cada um desses itens e evitar explicações durante a aplicação dos questionários usou-se as seguintes expressões: salário alto para indicar boa remuneração, garantia de emprego representando a estabilidade, possibilidade de ser promovido ao invés de plano de carreira, “aprovação dos outros” representando a aprovação social e realização pessoal como autorrealização.

Dos fatores considerados de maior importância pelos respondentes (Figura 4), destacam-se a autorrealização, apontada como fator mais importante por 43% deles, em seguida e empatados, a estabilidade e a boa remuneração, indicada por 26% dos respondentes. Por outro lado, o plano de carreira e a aprovação social foram os menos citados como fatores de maior importância com 3% e 2%, respectivamente.

Figura 4 – Fatores considerados de maior importância



Fonte: Os Autores (2015)

Ao se analisar a quantidade de vezes que cada um dos fatores foi assinalado como item de menor importância, constata-se que a aprovação social apareceu como fator de menor importância em 66% dos respondentes, plano de carreira em 18%, seguida pela autorrealização em 6%, boa remuneração e garantia de emprego com 5% dos questionários analisados.

2.2.6 Fatores de potencial atração de mão de obra operacional para o setor

Como já apresentado, os fatores considerados de maior importância pelos jovens participantes da pesquisa foram: realização pessoal, garantia de emprego e salários altos. Considera-se então que são fatores de potencial atração de mão de obra operacional para o setor da construção civil os três itens a seguir:

- O relato da experiência de jovens que já trabalham no setor e se sentem realizados com isso. Experiências de sucesso e crescimento podem fazer com que jovens, pertencentes à Geração Z, percebam que o setor da construção civil pode garantir a eles autorrealização. Um fator que pode contribuir é a divulgação da “nova cara” da construção civil, apresentar aos jovens as novas tecnologias que estão sendo utilizadas tanto na produção quanto na gestão;
- A estabilidade que muitas construtoras oferecem garantindo que depois de finalizada uma obra os funcionários que nela trabalhavam serão transferidos e devidamente realocados em outra obra em andamento. A divulgação desse fator pode fazer com que muitos perciam a associação de que os funcionários que

atuam na execução de obras devem obrigatoriamente aceitar condições de alta rotatividade;

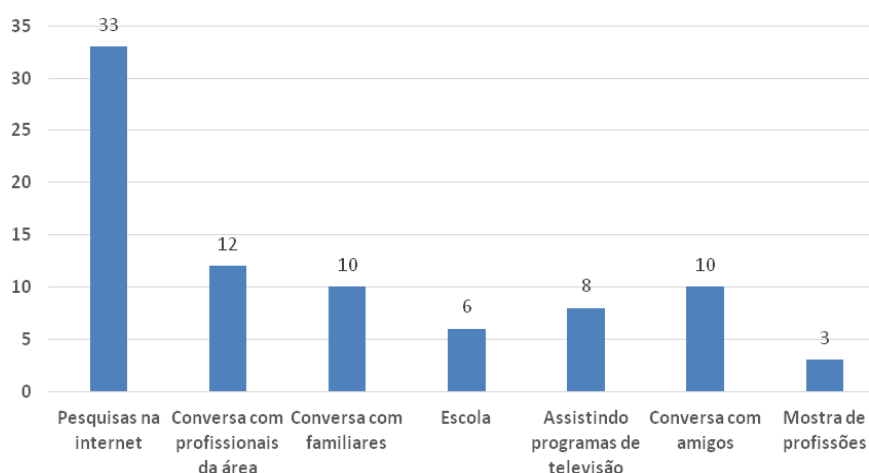
- O piso salarial e os benefícios que as construtoras oferecem aos seus funcionários (bônus por produtividade, horas-extra, vale alimentação, café da manhã, entre outros). Muitos jovens relacionam a execução de obras diretamente com baixa remuneração sem conhecer os reais salários.

2.2.7 Maneiras de divulgar os fatores de potencial atração de mão de obra operacional para o setor

De acordo com as respostas obtidas, os meios de comunicação são os que mais influenciam, se comparado com a opinião dos pais e amigos, na tomada de decisão. Para propor uma maneira efetiva de expor os fatores de potencial atração de mão de obra aos jovens pertencentes à Geração Z, primeiramente buscou-se saber como e onde eles buscaram as informações a respeito das diversas formas de entrar no mercado de trabalho, tornando possível identificar qual dos meios de comunicação tornaria a divulgação dos atrativos da construção civil mais efetiva.

Considerou-se apenas as respostas dos alunos de ensino médio, já que esse grupo será o público alvo da ferramenta de divulgação proposta. Dos 60 jovens cursando o ensino médio, a resposta de 8 deles foi descartada, devido a não compreensão da pergunta ou o fato de terem escrito que não buscam informações em lugar nenhum. As respostas obtidas pelos alunos que responderam coerentemente estão expostas na Figura 5. Ressalta-se que cada respondente pode ter indicado mais de uma fonte de busca.

Figura 5– Fontes de busca informações para a decisão profissional



Fonte: Os Autores (2015)

A ferramenta internet apareceu em 33 questionários, em seguida o item mais citado foi conversas com profissionais que já trabalham na área, repetida em 12 questionários, e conversa com familiares e amigos que apareceu em 10 questionários respondidos.

Os itens menos citados foram programas de televisão, conversas com professores da escola e mostra de profissões. Os resultados da pesquisa indicam que a maneira de divulgar os fatores de potencial atração de mão de obra para o setor que mais atingiria os jovens é a internet. Conversas com profissionais da área podem ser promovidas pelos

Sindicatos da Indústria da Construção Civil, bem como informações podem ser divulgadas por meio das páginas de internet dessas instituições.

3 CONCLUSÃO

Baseado nos resultados obtidos nesta pesquisa constatou-se que a decisão dos jovens é bastante influenciada pelas informações veiculadas através dos meios de comunicação em massa e pela opinião dos familiares mais próximos. Conclui-se, então, que o nível de informação dos pais e a visão deles a respeito da execução de obras também pode ser um fator que influencia a falta de mão de obra jovem no setor.

Os resultados da pesquisa também apontam para a seguinte situação: os jovens buscam uma profissão que garanta que eles se sintam realizados em desempenhá-la. Além da realização pessoal, a estabilidade e a boa remuneração também são fatores considerados de extrema importância por eles.

Como fatores de potencial atração de mão de obra para o setor da construção civil então, destacam-se os pisos salariais definidos pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil, a possibilidade de conquistar uma garantia que a construtora recolha o profissional após o término de uma obra e a experiência de jovens profissionais da área que se sentem realizados com a atual ocupação no mercado de trabalho.

Conclui-se também, de acordo com o levantamento realizado, que a maneira de divulgação que tem maior potencial de atingir a Geração Z é por meio de páginas na internet e conversas com profissionais que já atuam no setor. Essa última pode ser facilitada por palestras organizadas pelos sindicatos, por exemplo.

REFERÊNCIAS

BELING, A. **Implicações decorrentes da opção em contratar mão-de-obra terceirizada em uma empresa de construção civil**. Monografia (Graduação em Ciências Contábeis) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CBIC. **Banco de Dados**. Disponível em <http://www.cbicdados.com.br/home/>. Acessado em 12 de agosto de 2014.

MIOTTO, J. L.; DE MORI, L.; CANOVA, J.A.; DE ANGELIS NETO, G. Perfil da mão de obra atuante no setor da construção civil na cidade de Maringá - PR. In: 8º SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE. 2013, Salvador. **Anais...** Salvador: 2013.

NERI, M. C. **Trabalho, educação e juventude na construção civil**. 2011. Disponível em: http://www.cps.fgv.br/cps/bd/vot3/Vot3_Construcao_Texto.pdf. Acessado em: 20 de abril de 2014.

PINHEIRO, A. P. G. **A mão-de-obra como barreira ao desenvolvimento empresarial**. Dissertação (Mestrado Executivo em Gestão Empresarial) – Fundação Getúlio Vargas, Rio de Janeiro, 2004.

SHINYASHIKI, E. **O mercado de trabalho e a geração Z**. 2009 Disponível em: <http://info.abril.com.br/noticias/carreira/o-mercado-de-trabalho-e-a-geracao-z-24092009-16.shl>. Acessado em 18 de abril de 2014.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

APLICABILIDADE DOS CONCEITOS DA CULTURA DE JUSTIÇA EM EMPRESAS DO SETOR DE CONSTRUÇÃO

GRANDO, Gustavo (1); BORTOLOSSO, Heleia (2); COSTELLA, Marcelo Fabiano (3)

(1) Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ, e-mail: gutogrando@gmail.com, (2) UNOCHAPECÓ e Aurora Alimentos, e-mail: heleia-bortolosso@auroraalimentos.com.br, (3) UNOCHAPECÓ e IMED, e-mail: costella@unochapeco.edu.br

RESUMO

Esta pesquisa tem por objetivo levantar informações sobre a aplicação da cultura de justiça em empresas do setor da construção civil. Baseando-se nos questionários de Cultura de Justiça (EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY, 2011) e Cultura de Segurança (SCOTTISH HOUSE BUILDERS, 2010) foi realizada essa pesquisa buscando entender a conduta das empresas do setor da construção de Chapecó em relação aos aspectos de cultura de justiça, em função da alta demanda de processos judiciais relacionados às questões de segurança e saúde. O questionário foi organizado em três etapas, sendo a primeira relativa à investigação de acidentes contendo 7 questões, a segunda referente a programas de treinamento com foco na prevenção de acidentes com 9 questionamentos e a terceira se refere à análise de um caso específico de acidente ocorrido dentro da empresa e quais condutas foram tomadas. Dentre os resultados encontrados, 50% das empresas restringe o acesso à conclusão da investigação. Referente às medidas punitivas utilizadas, apenas 30% das empresas declararam não punir os envolvidos em acidente, sendo que a maioria delas preferem medidas mais drásticas, como a demissão do trabalhador. Além disso, todos declararam não conhecer o que era Cultura de Justiça, assim existe um enorme campo a ser explorado nessa área do conhecimento.

Palavras-chave: Construção civil, Segurança do trabalho, Cultura de justiça.

ABSTRACT

The objective of this study is to gather information on the implementation of a culture of justice in companies of the construction sector. Based on questionnaires on the Culture of Justice (EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY, 2011) and the Culture of Safety (SCOTTISH HOUSE BUILDERS, 2010), this study was carried out in order to understand the behavior of companies in the construction sector of Chapecó in relation to aspects of the culture of justice, due to the high number of legal claims related to issues of health and safety. The questionnaire was organized in three stages. The first deals with the investigation of accidents, containing 7 questions. The second deals with training programs focused on accident prevention with 9 questions. And the third refers to the analysis of a specific case of an accident that occurred in the company and which measures were taken. One of the results found was that 50% of businesses restrict access to the conclusions of the investigation. As far as punitive measures are concerned, only 30% of companies stated that they did not punish those involved in an accident, with most of them preferring more drastic measures, such as the dismissal of the worker. In addition, all stated that they did not know what the Culture of Justice was, which leaves a huge area to be explored in this field of knowledge.

Keywords: Construction, Workplace safety, Culture of Justice.

1 INTRODUÇÃO

Tendo em vista que, os sistemas organizacionais de segurança e saúde das empresas apresentam, em várias situações, a disseminação e a punição do erro humano, independente da situação e do ambiente em que se encontram inserido os responsáveis pelos acidentes. Neste sentido, surge a cultura de justiça, que busca um equilíbrio na identificação de responsabilidade dos acidentes, com a capacidade técnica do trabalhador, a fim de se fazer um julgamento mais justo e tomar medidas que colaborem com a solução e redução de acidentes futuros.

Para Dekker (2007), esses sistemas organizacionais apenas disseminam o medo dentro do ambiente de trabalho, resultado dessa criminalização dos erros e falhas humanas. Este clima que se instala no ambiente de trabalho intimida o profissional, ao invés de colaborar com seu crescimento perante a função. O autor questiona a eficiência do envolvimento do sistema judiciário nesse âmbito, alegando que a punição não agrega valor suficiente para que se reduzam acidentes, apenas aumenta o cuidado com que o profissional terá em esconder seus próprios erros, temendo as consequências.

Como forma de buscar uma solução para o problema, as empresas cada vez mais buscam diferentes alternativas relacionadas à segurança do trabalho, que envolvem diferentes tipos de filosofias sobre como deve encarar todos os processos que envolvem os acidentes e incidentes. Entretanto, tais filosofias baseiam-se em métodos ortodoxos, punindo responsáveis independentemente de sua capacidade e formação na execução de determinado procedimento, criando uma atmosfera de medo que, por vezes, levam à omissão de incidentes que posteriormente podem prejudicar outros envolvidos ou a empresa como um todo.

Esta pesquisa tem por objetivo levantar informações para reconhecer o interesse e a disponibilidade de aplicação da cultura de justiça em empresas do setor da construção civil na região de Chapecó – SC. Estes resultados serão consolidados através da coleta e análise de dados, que serão adquiridos por meio de questionário.

Desta forma, pretende-se avaliar as vantagens da implantação de ambientes de trabalho que incentivem os profissionais a relatar erros cometidos, com o intuito de reduzir as ocorrências de acidentes no ambiente de trabalho. Além disso, será averiguada a influência e eficiência dos procedimentos relacionados à cultura de justiça e segurança do trabalho dentro das empresas, analisando suas filosofias e preocupações. Do mesmo modo serão verificados os procedimentos utilizados pelas empresas frente aos acidentes ocorridos durante seus processos produtivos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Cultura de segurança e cultura de justiça

O termo Cultura de Segurança foi utilizado pela primeira vez em 1986 no relatório sobre o acidente nuclear em Chernobyl, o qual forçou uma focalização do termo de modo a adaptá-lo de acordo com suas áreas específicas de interesse (CAMPOS; DIAS, 2012; EDWARDS; DAVEY; ARMSTRONG, 2013). De acordo com o relatório da IAEA - *International Atomic Energy Agency*, “Cultura de segurança é um conjunto de características das organizações e indivíduos que estabelece como prioridade absoluta as questões de segurança de usinas nucleares, justificadas por sua significância” (IAEA, 1991, p. 1). De acordo com *Health and Safety Executive* (2005, p. 4), cultura de

segurança se refere aos “aspectos comportamentais (como o que as pessoas fazem) e aos aspectos situacionais da organização (como o que as organizações têm)”.

No campo acadêmico, Ritchen e Koch (2004) definem cultura de segurança como ideias, experiências e interpretações compartilhadas e aprendidas no trabalho e na segurança, que guiam pessoas e ações perante riscos, acidentes e prevenção. A cultura de segurança é formada por pessoas em relações sociais e estruturais, dentro e fora das organizações.

Para Pidgeon e O’Leary (2000), cultura de segurança trata de um conjunto de suposições e pressupostos, juntamente com suas devidas práticas associadas, que permitem a construção e elaboração de crenças sobre perigo e segurança do trabalho. Assim, conforme Hopkins (2006), toda organização possui algum tipo de cultura de segurança, seja ela forte ou fraca, positiva ou negativa. Em contraponto, Cooper (2002) considera a cultura de segurança como uma característica exclusiva de organizações que tem comprometimento primordial com a segurança. Desta forma, poucas são as organizações que realmente possuem uma cultura de segurança.

Cooper (2000) ressalta que uma cultura de segurança não pode ser operada de forma separada: ela afeta e, por consequência, é afetada por outros sistemas e procedimentos operacionais dentro das organizações que podem ou não estar relacionados com segurança. De acordo com Reason (1997), os componentes de uma cultura de segurança são: a) cultura de relatos, um clima organizacional onde as pessoas são preparadas para relatarem suas falhas e erros; b) cultura da informação, onde os gerenciadores e operadores do sistema tem conhecimento dos fatores humanos, técnicos, ambiental e organizacional que determinam a segurança do sistema como um todo; c) cultura de flexibilidade, na qual a organização é capaz de se reconfigurar perante alguns tipos de ameaças; d) cultura de aprendizado, onde a organização deve ter interesse e competência para tomar as medidas corretas a partir das informações relacionadas à segurança; e) cultura de justiça, onde se cria uma atmosfera de confiança onde os indivíduos são encorajados e até recompensados por fornecer informações essenciais a respeito da segurança da organização, mas onde se deve ter clareza da diferença entre comportamento aceitável e comportamento inaceitável.

Dekker (2007) questiona a eficiência do envolvimento do sistema judiciário nas questões de segurança, frisando, entre outras consequências, que este pode criar um clima de medo no ambiente de trabalho, intimidando profissionais a não relatar erros percebidos e estigmatizar incidentes como algo vergonhoso. Dekker (2007) ainda defende que a cultura de justiça não se baseia em um sistema em que ninguém é responsabilizado por seus atos. Diz ainda que não se deve esperar que o ato de culpar o profissional responsável por acidentes, solucionará os problemas encontrados.

Para a *Flight Safety Foundation* (2005), o termo cultura de justiça refere-se a uma maneira de se pensar em segurança que promova o questionamento, evite a complacência, seja comprometida com a excelência. Logo, a cultura de segurança está relacionada tanto ao indivíduo, quanto à organização.

De acordo com a *European Commission* (2010), uma cultura de justiça é uma cultura onde negligências, violações intencionais ou atos destrutivos não são tolerados, mas os indivíduos não devem ser punidos pelas ações, omissões ou decisões tomadas que resultem em acidentes, quando compatíveis com sua experiência e treinamento, se o ato for prontamente relatado. Para o *Gain Working Group* (2004), são três os principais benefícios que podem ser obtidos com a cultura de justiça: a) aumento de eventos relatados e ações corretivas tomadas; b) aumento da confiança entre profissional e organização e; c) melhora da gestão operacional e de segurança.

Dentre as pesquisas realizadas, Chen e Jin (2013) relatam os resultados obtidos após a implantação de um programa de segurança, com base nos princípios da cultura de justiça, através de questionários aplicados em três grandes grupos (executivos, supervisores e operários) em quatro estados americanos. O programa contou com a análise e reelaboração do material de segurança utilizado no treinamento dos funcionários das empresas participantes e estabeleceu 20 violações de segurança que seriam avaliadas posteriormente. Os dados mostram que o programa teve boa aceitação, em função dos bons resultados obtidos para a redução de acidentes.

Dentre os questionários de cultura de segurança e de justiça, a organização *Scottish House Builders* (SCOTTISH HOUSE BUILDERS, 2010) elaborou um questionário com 14 perguntas e a *European Aviation Safety Agency* (EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY, 2011) com 19 perguntas. Ambos que se focavam em questões relativas a investigação de acidentes e programas e treinamentos com objetivo de redução de acidentes. Em relação aos resultados obtidos pelas pesquisas dos questionários acima citados, infelizmente os resultados não se encontram publicados de modo que não foi possível apresentá-los para efeitos comparativos.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada em dez empresas de médio e grande porte do setor da construção civil, situadas na região de Chapecó – SC. A entrevista foi elaborada através de um questionário qualitativo com questões abertas, que foram respondidos por engenheiros civis, engenheiros e técnicos de segurança do trabalho e ou responsáveis pelo setor de segurança das empresas.

O questionário utilizado foi elaborado como parte da pesquisa, baseado em questionários de cultura de segurança (SCOTTISH HOUSE BUILDERS, 2010) e cultura de justiça (EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY, 2011). Além da aplicação do questionário, procurou-se levantar também casos específicos ocorridos dentro das empresas, observando-se as atitudes punitivas tomadas pelas empresas. Antes da entrevista, foi apresentado um resumo dos conceitos da cultura justa, para o melhor entendimento do questionário.

O questionário continha 16 questões e foi dividido em três partes. Na primeira parte do questionário, foram levantadas as questões de investigação de acidentes dentro da empresa, identificando responsáveis, analisando como as investigações ocorrem dentro dos procedimentos estabelecidos pelas empresas, o grau de acesso às informações e proteção de identidade dos envolvidos.

Na segunda parte do questionário, foram levantados os dados a respeito dos programas e treinamentos de prevenção de acidentes, pontos para análise da similaridade dos programas já em vigor com os conceitos da Cultura de Justiça, para medir a receptividade das empresas quanto sua aplicação e implantação.

Na terceira e última etapa do questionário, foi analisado um caso específico de acidente ocorrido envolvendo funcionários da empresa, para que se pudesse fazer a análise adequada do quanto os conceitos da cultura justa estavam sendo aplicados dentro das empresas. Nessa parte, apenas 50% das empresas responderam, as demais alegaram questões de confidencialidade. Cabe ressaltar que o questionário não será apresentado em função da limitação de páginas do artigo.

4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Quanto aos responsáveis pelas investigações de acidentes nas empresas, pode-se notar que a maioria das empresas conta com técnico de segurança do trabalho e membro da CIPA (Comissão Interna de Prevenção de Acidentes) como responsáveis na investigação (60% e 70%, respectivamente), enquanto apenas 40% delas contam com engenheiros de segurança do trabalho para compor tal função. Entretanto, apenas 40% das empresas possuem documentos formais de investigação, que devem passar por análise de membro da CIPA.

Quanto aos históricos de acidentes e incidentes envolvendo cada funcionário, dentre as empresas entrevistadas, em 70% delas há acesso total a este tipo de documentação. Porém, em 50% destas empresas, o acesso somente é garantido após a conclusão da investigação. A respeito de proteção de identidade dos envolvidos em acidentes, apenas 10% das empresas tem políticas nesse sentido, sendo que este tipo de informação fica restrito ao setor de segurança e de recursos humanos. Segundo o entrevistado, os acidentes são analisados independentes dos envolvidos, pois de acordo com filosofia da empresa, acredita-se que se deve priorizar o risco, e não acidentado.

Quando indagados se os responsáveis pelas investigações recebem algum treinamento específico sobre Cultura de Justiça, nenhuma das empresas respondeu positivamente, embora 30% delas tenham ressaltado que estimulam alguns dos pontos que esta defende, como prática de relatos e evitar punições imediatas. Com relação à assimilação dos conceitos da Cultura de Justiça a estes treinamentos, percebeu-se um desconhecimento geral do termo “Cultura de Justiça”, mas após a breve explanação sobre de que se trata este conceito, apenas 20% das empresas admitiram que os conceitos são tratados em treinamentos para todos os empregados, e além destas, 10% reconheceu tratar os conceitos somente para os técnicos de segurança do trabalho.

Sobre a distinção de comportamento aceitável e inaceitável por parte dos empregados, 40% das entrevistas revelaram que as empresas não possuem este tipo de definição especificada em seus treinamentos, enquanto as demais 60% revelam que este tipo de orientação é feita em algum dos treinamentos executados pelas empresas.

Quando indagados sobre não tomar medidas disciplinares punitivas nos casos de acidentes ou incidentes relatados, apenas 30% das empresas alegam não punir os envolvidos no acidente, nestes casos. Das empresas restantes, 50% não fazem diferenciação das ocorrências relatadas para as não relatadas, enquanto 20% optaram por não responder esta pergunta. Com relação aos incidentes de pouco impacto significativo dentro dos procedimentos das empresas, entre os entrevistados, 70% das empresas recorre a uma advertência verbal ao empregado, como forma de incentivo à reeducação dos procedimentos de segurança.

Dentre as empresas visitadas, as informações a respeito dos acidentes ocorridos no ambiente de trabalho são repassadas a partir do programa de DDS (Diálogo Diário de Segurança) em 60% dos casos. Das demais entrevistadas, 10% delas possui política de comunicação mensal de acidentes, 10% delas uma política anual e as outras 20% não possuem a preocupação de repassar este tipo de comunicação aos funcionários, alegando que todos os treinamentos e vigilância são suficientes. Quando perguntadas sobre as comunicações de acidentes repassados à gerência, 10% das empresas garante que este material é analisado anualmente, 30% afirmam periodicidade mensal e, em outros 30% dos casos, o retorno da gerência é semanal.

Atualmente, muitas empresas possuem políticas restritivas quanto à divulgação de dados relativos a acidentes de trabalho envolvendo seus funcionários, muitas vezes como forma de proteção da reputação da própria empresa, de forma a omitir falhas cometidas no ambiente de trabalho. Quanto maior a empresa, maior força ganha esta política de restrição de dados visto que apenas 50% das empresas entrevistadas dispuseram-se a compartilhar este tipo de informação.

Na Figura 1 é apresentado um resumo dos resultados dos questionários. Em seguida serão discutidos os casos de acidentes estudados

Figura 1 – Resumo dos resultados obtidos

Responsáveis pelas Investigações de Acidentes nas Empresas (pode ser mais de um responsável)	
Técnicos de Segurança do Trabalho	60%
Membros da CIPA	70%
Engenheiros de Segurança do Trabalho	40%

Responsável por Transmitir Informações dos Acidentes	
Programa DDS (Diálogo Diário de Segurança)	60%
Política de comunicação mensal de acidentes	10%
Política de comunicação anual de acidentes	10%
Não repassam este tipo de informação	20%

Comunicação de Acidentes Repassados a Gerência	
Análise anual	10%
Periodicidade mensal	30%
Semanal	30%

Punição nos Casos de Acidentes e Incidentes	
Não punem envolvidos em acidentes	30%
Não fazem diferenciação	50%
Não responderam	20%

Treinamentos Específicos sobre Cultura de Justiça	
Conceitos tratados com todos os funcionários	20%
Conceitos tratados com profissionais da área	10%
Não possuem este tipo de treinamento	70%

Distinção de Comportamento Aceitável e Inaceitável	
Não possui este tipo de definição	40%
Este tipo de orientação é feita em treinamentos	60%

Histórico de Acidentes e Incidentes Envolvendo Funcionários	
Acesso total em qualquer tempo	20%
Acesso total após a conclusão da investigação	50%
Não tem acesso	30%

Fonte: Elaboração dos autores.

Dentre os casos de acidentes estudados, dois deles se destacaram. No caso 1, o acidente envolveu o operador de caminhão guindaste para carga e descarga de material de grande porte. O operador escorregou do degrau do caminhão e caiu sobre vergalhão de ferro localizado no canteiro de obras. O ferro perfurou a perna do acidentado, que foi imediatamente encaminhado a atendimento médico e recebeu atestado de 60 dias de afastamento para recuperação. Segundo relatos iniciais do encarregado da obra, o acidente foi consequência de imprudência do motorista durante a saída do veículo. Porém, após investigação do local do acidente, constatou-se que o ambiente de trabalho não estava propício para operação do caminhão, uma vez que o encarregado havia autorizado a operação do caminhão dentro do canteiro de obras, ou seja, havia assinado documentação permitindo tal operação, incluindo relatório de operacionalidade 5S adotado pela empresa, atestando organização do local. Assim, o encarregado foi responsabilizado pelo acidente, tendo sido emitida advertência por escrito ao funcionário, o qual foi mantido na empresa, porém foi temporariamente substituído e submetido a treinamentos de reciclagem do 5S e NR18.

Em relação à cultura de justiça, a atitude do encarregado em tentar responsabilizar o próprio acidentado pelo acidente, pode ser vista como contrária à prática de relatos defendida pela cultura justa, demonstrando o receio pela punição que seria tomada, devido sua imprudência. Por outro lado, a atitude da empresa ao submeter o funcionário aos treinamentos de reciclagem envolvendo as falhas percebidas (no lugar de optar por uma decisão mais drástica como desligamento do funcionário), vai de encontro com os conceitos defendidos pela cultura de justiça.

No caso 2, uma entrada na parte inferior da edificação foi interdita pelo técnico de segurança do trabalho da empresa, sendo que este acesso estava localizado

imediatamente abaixo do local onde o procedimento de montagem e utilização de andaime em fachada era realizado. Entretanto, o engenheiro civil responsável pela obra retirou a sinalização que restringia o uso daquela entrada (para utilizar esta como acesso ao interior da obra e para transporte de materiais de utilização interna) sem autorização do responsável da segurança. Ainda durante a montagem do andaime, uma peça metálica caiu e atingiu um funcionário que passava logo abaixo (utilizando a entrada já citada). O funcionário teve a perna quebrada e ficou afastado por 90 dias. Após a investigação, o engenheiro foi responsabilizado pelo acidente por ter autorizado acesso à obra utilizando aquela entrada, sem consulta ao responsável da segurança que havia interditado a mesma. Por se tratar de engenheiro ainda em período de experiência dentro da empresa, optou-se pelo seu desligamento da empresa.

Neste caso, apesar da imprudência por parte do engenheiro, em nenhum momento questionou-se os procedimentos utilizados pelos funcionários que executavam a montagem do andaime no momento da queda da peça metálica. Quanto ao desligamento do engenheiro da empresa por se tratar de funcionário em período de experiência, esta pode ser vista como uma decisão não apropriada perante os conceitos da cultura justa, onde não fica claro se o funcionário recebeu orientações sobre os processos adotados pelo setor de segurança da empresa, levantando-se a hipótese de que o engenheiro poderia nem mesmo ter conhecimento de que aquela entrada estava interrompida, em função do tipo sinalização utilizada.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de todas as empresas entrevistadas desconhecerem a Cultura de Justiça, observou-se que, algumas delas, implicitamente, colocam em prática alguns dos conceitos que esta defende, entretanto falham em sua implantação. Como exemplo, pode-se citar o programa utilizado por uma das construtoras, onde as equipes de cada setor interno da empresa ganham abonos salariais quando não são registrados incidentes envolvendo os funcionários daquele setor. Tal prática estimula os empregados a evitar falhas de segurança na sua equipe. Porém, ao mesmo tempo, ela incentiva, mesmo que indiretamente, a omissão da prática aos relatos por parte dos colegas de trabalho, uma vez que trabalhadores do mesmo setor não reportam falhas percebidas se esta for prejudicar o abono salarial a ser recebido.

Outro ponto interessante que vale ser mencionado é o fato de que, apesar de 50% das empresas não terem disponibilizado dados referentes aos acidentes, todos os casos relatados na pesquisa são de empresas que alegam não discutir os conceitos da cultura justa com seus funcionários. Além disso, 80% dos casos citados são de empresas que não possuem uma definição clara de comportamento inaceitável, nem tratam disso em seus programas ou treinamentos.

Na análise dos casos específicos, observou-se receio de algumas empresas na divulgação dos dados relativos aos acidentes, mesmo quando as investigações decorrem de forma apropriada. Por outro lado, as empresas têm por hábito tomar medidas mais drásticas (como desligamento do funcionário, em alguns casos), sem realizar investigações mais aprofundadas e levar em conta aspectos defendidos pela cultura justa (como reciclagem de treinamentos).

Enfim, essa pesquisa serve como ponto de partida para ampliação dos conceitos de cultura de justiça no âmbito de investigação de acidentes das empresas visto que, uma das formas para se chegar até esse aprendizado é o estímulo à prática de relatos. As

pessoas devem ser encorajadas a relatar seus erros aos superiores, dessa forma colaborando para uma melhora no ambiente de trabalho. Os benefícios do aprendizado para uma organização são muito maiores do que apenas culpar os responsáveis.

REFERÊNCIAS

- CAMPOS, D., DIAS, M. Carlos Ferreira; A cultura de segurança no trabalho, um estudo exploratório. **Revista Eletrônica Sistemas e Gestão**, Niterói, v. 7, n. 4, p. 594-604, 2012.
- CHEN, Q., JIN, R. Safety Culture: Effects of Environment, Behavior & Person, **Professional Safety**, p. 60-70, Maio. 2013.
- COOPER, D. Towards a model of Safety Culture. **Safety Science**, n. 36, p. 111-136, 2000.
- COOPER, D. Safety Culture: a model for understanding & quantifying a difficult concept, **Professional Safety**, p. 30-36 Jun, 2002.
- DEKKER, S. **Just Culture: Balancing Safety and Accountability**. Hampshire: Ashgate, 2007.
- EDWARDS, J., DAVEY, J., ARMSTRONG, K. Returning to the roots of culture: A review and re-conceptualisation of safety culture. **Safety Science**, n. 55, p. 70-80, 2013.
- EUROPEAN AVIATION SAFETY AGENCY. **Just culture questionnaire**. EASA, 2011. Disponível em <http://www.easa.europa.eu/system/files/dfu/rulemaking-docs-mpa-2011-NPA-2011-18-Appendix-1-to-AMC-12-SKPI-Questionnaire-Just-Culture---ANSP-level.pdf>. Acesso em 20 de fev. 2014.
- EUROPEAN COMMISSION. Laying down a performance scheme for air navigation services and network functions and amending Regulation, **Official Journal of the European Commission**, Jul, 2010.
- FLIGHT SAFETY FOUNDATION. A Roadmap to a Just Culture: Enhancing the Safety Environment, **Flight Safety Digest**, v. 24, n. 3, Mar. 2005.
- GAIN WORKING GROUP. A roadmap to a just culture – Enhancing the Safety Environment, **Flight Safety**, 2004. 47p.
- HEALTH & SAFETY EXECUTIVE. A review of safety culture and safety climate literature for the development of the safety culture inspection toolkit. **Research Report**, n. 367. 2005.
- HOPKINS, A. Studying organizational cultures and their effects on safety. **Safety Science**, n. 44, p. 875-889, Abr, 2006.
- IAEA. **Safety Culture: a report by the International Nuclear Safety Advisory Group**. Safety Series, 1991.
- PIDGEON, N., O'LEARY, M. Man-Made disasters: why technology and organizations (sometimes) fail. **Safety Science**, n. 34, p. 15-30, 2000.
- PONTES, L. **Cultura de Segurança e suas implicações na prevenção de acidentes do trabalho: Estudo de caso em uma empresa do setor metalúrgico**. 2008. 197 p. Dissertação (Mestrado em Administração) – Faculdade Novos Horizontes, Belo Horizonte.
- REASON, J. **Managing the risks of organizational accidents**. Hampshire: Ashgate, 1997.
- RITCHER, A.; KOCH, C. Integration, differentiation and ambiguity in safety cultures. **Safety Science**, n. 42, p. 703-722, 2004.
- SCOTTISH HOUSE BUILDERS. **Health & Safety Forum. Safety Culture Questionnaire**. SHB, 2010. Disponível em <http://www.shbforum.co.uk/presentations/items/55-safety-culture-questionnaire>. Acesso em: 20 de fev. 2014.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ANÁLISE DE JURISPRUDÊNCIAS RELACIONADAS À CONSTRUÇÃO CIVIL

**COSTELLA, Marcelo Fabiano (1); JACOSKI, Cláudio Alcides (2); MARTINI,
Nicael William (3); PEREIRA, Vilmar Roque (4)**

(1) Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ e Faculdade Meridional - IMED, costella@unochapeco.edu.br, (2) UNOCHAPECÓ, costella@unochapeco.edu.br, (3) UNOCHAPECÓ, nicael@unochapeco.edu.br, (4) Sinduscon/Oeste e UNOCHAPECÓ, adm.vilmarpereira@hotmail.com

RESUMO

Tendo em vista a necessidade de analisar quais as principais demandas judiciais que recaem sobre os profissionais envolvidos na construção de obras, o presente artigo consiste em uma análise de jurisprudência nos estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O método de pesquisa deu-se através de uma busca online, de forma que se garimpou jurisprudências nas páginas dos tribunais da justiça estadual, o que corresponde à segunda instância do processo civil. Essa busca foi realizada no site do Tribunal de Justiça de cada estado com a palavra-chave construção civil e para o período de pesquisa delimitado em 2013. Em seguida, os resultados foram delimitados conforme o foco da pesquisa e as jurisprudências selecionadas foram analisadas conforme as seguintes categorias: elaboração e criação de projetos, contratação e elaboração dos contratos, desempenho da obra, tributaria, desapropriação e seguros habitacionais. Para cada categoria foram apresentados os resultados e os principais aspectos, além de um exemplo-chave de jurisprudência e a discussão do aspecto legal junto às formas de evitar esse processo. Dentre os resultados, a partir de 1355 jurisprudências iniciais, foram analisadas 544 jurisprudências. A principal categoria se refere às questões tributárias em ambos os estados, tendo 21% no estado do RS e 34% no estado de SC, especialmente em relação ao recolhimento incorreto do imposto ISS, devido à realização incorreta do cálculo do imposto. A pesquisa teve como contribuição detalhar as causas que geraram as jurisprudências e conscientizar os profissionais dos erros ocorridos para que não aconteçam novas jurisprudências pela mesma causa.

Palavras-chave: Jurisprudência, Legislação aplicada à construção, Desempenho da edificação.

ABSTRACT

In view of the need to analyze which are the main legal claims that fall upon the professionals involved in construction, this article consists of an analysis of the jurisprudence in the states of Santa Catarina and Rio Grande do Sul. The research method was an online search, through which the jurisprudence was mined in the pages of the state courts of justice, which corresponds to the second instance of civil procedure. This search was carried out on the sites of the Court of Justice of each state with the keyword "construção civil" (construction). The research period was limited to 2013. Subsequently, the results were delimited according to the focus of the study and the selected cases were analyzed according to the following categories: development and creation of projects, recruitment and drafting of contracts, performance of work, taxation, dispossession and housing insurance. For each category, the results and the main aspects were presented, in addition to a key example of the case and the discussion of the legal aspects together with the ways to prevent this trial. Among the results, from the initial 1355 initial cases, 544 were analyzed. The main category refers to tax issues in both states, 21% in the state of Rio Grande do Sul and 34% in the state of SC, especially in relation to the incorrect withholding of the ISS tax because of an incorrect calculation of the tax. This study contributed by fleshing out the causes that generated the cases and by raising awareness among professionals of the errors made so that new cases need not happen for the same cause.

Keywords: Court, Legislation applied to construction, Building performance.

1 INTRODUÇÃO

Inúmeras são as variáveis que devem ser levadas em consideração no momento de estabelecer as responsabilidades e de fixar o quantum indenizatório. Por isso, quando falhas na construção ocasionam responsabilidade civil, são abordadas detalhadamente as possibilidades, através de entendimentos doutrinários e jurisprudenciais sobre o assunto, constituindo assim um instrumento útil para os profissionais que estão envolvidos com esses empreendimentos.

Portanto, realizar as distinções entre os vários tipos de responsabilidades, analisar as formas de contratação e suas variações contratuais e delimitar as responsabilidades de cada um dos agentes que participam da construção civil, construtor, incorporador e projetista, tem como intuito evitar problemas futuros para todas as partes interessadas.

Assim, esse artigo objetiva a realização de um levantamento e classificação das jurisprudências relacionadas à construção, tendo como ponto de corte as jurisprudências de 2013 no Rio Grande do Sul e Santa Catarina.

2 RESPONSABILIDADE NA CONSTRUÇÃO

2.1 Responsabilidade do construtor

No artigo 6º §VI do Código de Defesa do Consumidor (BRASIL, 2000) está previsto que o consumidor tem direito de prevenção e reparação de danos patrimoniais e morais, individuais, coletivos e difusos.

O artigo 421 do CC (BRASIL, 2002) determina que a liberdade do contratante seja exercida em razão e nos limites da função social do contratado, inserindo assim os princípios éticos e morais da sociedade presente na constituição federal de 1988. Os art. 422 e 113 do CC (BRASIL, 2002) ressaltam o avanço ético e moral dos conceitos legais e expressões abstratas como: boa-fé, bons costumes, impondo seu cumprimento.

Segundo Mello (2010, p. 25):

“A obrigação dos compradores é realizar o pagamento de suas prestações na forma estabelecida, e em contrapartida a obrigação dos incorporadores ou construtores é executar a obra atendendo às normas técnicas, às previsões do memorial descritivo de acabamento e as demais condições contratadas, devendo pautar a sua conduta pelos princípios da boa-fé. Mesmo nos demais casos que tratam apenas da construção, o construtor responde pela garantia, seja legal (referente à solidez da obra e segurança dos moradores), seja a garantia contratual, se houver, sendo aplicáveis, também nesses casos, as regras da boa-fé. Assim, os princípios da oticidade e socialidade devem acompanhar a responsabilidade do construtor antes, durante e depois da conclusão da obra”.

Conforme cita Meirelles (1979, p. 252):

“A responsabilidade pela perfeição da obra é o primeiro dever legal de todo profissional ou firma de engenharia, arquitetura ou agronomia, sendo de se presumir em qualquer contrato de construção, particular ou pública, mesmo que não conste de nenhuma cláusula de ajuste. Isso porque, a construção civil é, modernamente, mais que um empreendimento leigo”.

De acordo com Nascimento (1991), responderão pela imperfeição da obra o autor do projeto como também a construtora ou empreiteira que o lhe executou, até que seja

apurada a real culpa da imperfeição. A responsabilidade profissional surge com o descumprimento das normas técnicas de modo recomendável ou, simplesmente, da falta de cuidados usuais na elaboração e execução do projeto.

2.1.1 Responsabilidade pela segurança e solidez da obra

O art. 618 do CC (BRASIL, 2002) prevê que a segurança e solidez da obra serão de responsabilidade do empreiteiro por um período de cinco anos. Sendo essa cláusula aplicável a qualquer modalidade de construções, seja ela empreitada ou administrativa.

Segundo o artigo 618 CC: “Nos contratos de empreitada de edifícios ou outras construções consideráveis, o empreiteiro de materiais e execução responderá, durante o prazo irredutível de cinco anos, pela solidez e segurança do trabalho, assim em razão dos materiais, como do solo.” (BRASIL, 2002).

Conforme Del Mar (2008), a responsabilidade pela solidez e segurança da obra deve ser analisada em consonância com a responsabilidade profissional dos engenheiros, arquitetos e construtores. Nessa mesma linha, Rodrigues (2002) corrobora que a responsabilidade pela segurança e perfeição da obra é exclusivamente do construtor, mas pode ser transferida ao responsável do projeto a parte que cabe a ele a culpa.

2.1.2 Responsabilidade dos engenheiros e arquitetos

Segundo Gonçalves (2003), nas construções atuais se observa a atuação de inúmeros profissionais especializados nas mais diversas áreas da construção civil, porém não existe subordinação entre eles, pois possuem o mesmo grau de formação científica e a mesma responsabilidade técnica pelo serviço prestado.

De acordo com Del Mar (2008), “A ART é instrumento básico para a fiscalização do exercício da profissão, permitindo identificar se a obra ou o serviço estão sendo realizados por profissional habilitado. Além disso, é a garantia técnica e contratual ao profissional e ao cliente na prestação de serviços ou obras de Engenharia, ou Agronomia”.

Em caso de ampliação ou seguimento de obra que já está em andamento, segundo a lei nº 5.194, artigo 20, fica de responsável técnico o profissional da entidade registrada que aceitar esse encargo, sendo ele também responsável por partes já executadas ou concluídas por outros profissionais.

Conforme Mello (2010), a elaboração de um laudo técnico sobre as obras executadas, é recomendável para documentar aquilo que já foi feito e como foi feito, a fim de prevenir responsabilidades.

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa foi realizada através de uma busca online, de forma que se garimpou jurisprudências nas páginas dos tribunais da justiça estadual, ou seja, casos de 1ª e 2ª instância nos estados de SC e RS.

O poder judiciário brasileiro obedece a uma ordem hierárquica de instâncias em três graus, isso significa que um mesmo caso pode ser julgado por três graus do Poder Judiciário até que se tome uma decisão final. A primeira instância é aquela que primeiro analisa e julga um caso apresentado ao Judiciário, geralmente representada pelos Juízes. Quando um Juiz toma uma decisão a respeito de uma ação, diz-se que existiu uma sentença de 1ª instância. Se uma das partes interessadas do processo não concordar com

a decisão pronunciada pelo Juiz, pode-se apelar para que o caso seja analisado em 2ª instância, isto é, permitir que a decisão seja reavaliada.

A segunda instância é representada pelos Tribunais de Justiça, para que sejam examinadas as decisões tomadas na primeira instância, sendo que os desembargadores dos Tribunais tem poder para modificá-las ou mantê-las. Porém, se uma das partes ainda não concordar com a decisão, poderá recorrer para 3ª instância, que é caracterizada pelo Superior Tribunal da Justiça, sendo que essas jurisprudências não foram levadas em consideração e não serão analisadas no presente trabalho.

As jurisprudências foram retiradas dos sites do Poder Judiciário de Santa Catarina (<http://www.tj.sc.gov.br/>) e Poder judiciário do Rio Grande do Sul (<http://www.tjrs.jus.br/site>), para os quais, na aba de jurisprudência, em busca avançada foi delimitada a palavra-chave como “construção civil” e o período de pesquisa para 2013, sendo assim encontradas as jurisprudências.

Ao realizar o levantamento dos dados, foram lidas e avaliadas todas as jurisprudências para efetuar a filtragem. As jurisprudências realmente relacionadas com o setor de construção foram classificadas de acordo com Martini (2011): elaboração e criação de projetos, contratação e elaboração dos contratos, desempenho da obra, tributaria, desapropriação e seguros habitacionais.

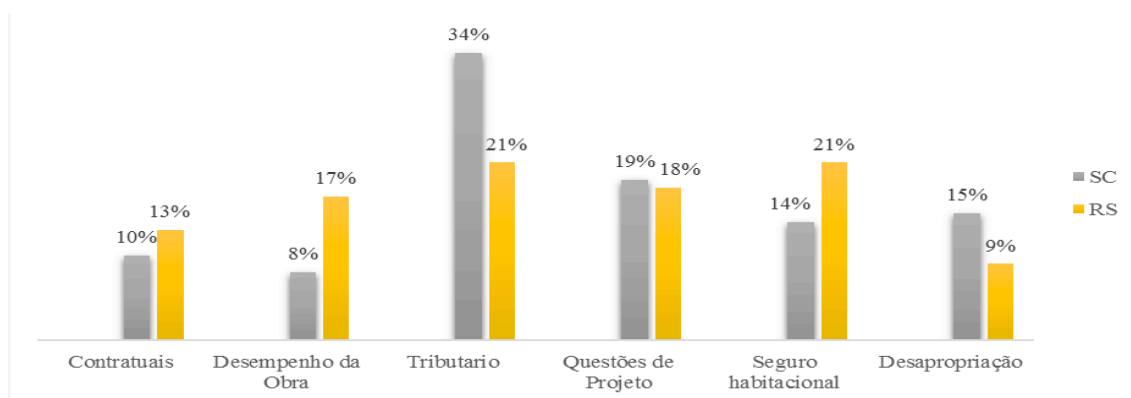
4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Levantamento de dados

No período selecionado, foram encontradas 1355 jurisprudências, sendo 645 do estado SC e 710 do RS. Após leitura das jurisprudências, foram excluídas jurisprudências repetidas, embargos referentes a casamento, divórcio ou retomada de posse, e aquelas que não faziam respeito à construção civil, apesar da palavra-chave. Por fim, foram selecionadas 289 jurisprudências em SC e 225 no RS.

A figura 1 apresenta um comparativo a partir da divisão das jurisprudências nas categorias propostas no estudo. O principal destaque são as discussões referentes a tributos, seguidos das solicitações ligadas ao seguro habitacional e questões relacionadas ao projeto da edificação.

Figura 1 – Comparativos de dados entre estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul



Fonte: Elaboração dos autores

4.2 Jurisprudências tributárias

É possível ressaltar em ambos os estados, que jurisprudências referentes a questões tributárias estão em primeiro lugar, sendo 34% no estado de SC e 21% no RS. Entre os impostos que mais geraram as jurisprudências foram o ISS, ICMS e questões referente às taxas cartorárias de averbação.

O principal aspecto em ambos os estados, para grande quantia de jurisprudência relacionada à questão tributária, é o recolhimento errado, tentativa de exonerar-se do pagamento do imposto ou repassar a terceiros. Sendo assim, inúmeras empresas na área da construção civil recebem apelações de revisão de base de cálculo, a partir de demanda do município e estado.

O imposto ISS, que é a principal causa de jurisprudência, apresenta problemas com relação à maneira de empregar os materiais na sua base de cálculo, pois a lei determina que a dedução da base de cálculo do ISS seja o preço de serviço, sem incluir os materiais adquiridos pelas empreiteiras nas obras de construção civil. Porém os municípios, aos quais compete o recolhimento do imposto, continuam cobrando como valor total do imposto o serviço prestado mais o material utilizado, alegando que cabe a União conceder a isenção do tributo municipal. O Supremo Tribunal Federal (STF) chegou a realizar a isenção heterônoma, porém atualmente definiu-se pela exclusão dos materiais da base de cálculos do ISS.

Ao proporcionar esse duplo entendimento, a lei faz com que haja elevado número de discussões, o que aumenta o número de jurisprudências relacionadas à restituição e recolhimento do imposto. Entretanto, as jurisprudências pesquisadas nesse levantamento foram julgadas sem esse parecer conclusivo do STF sobre a exclusão dos materiais, por isso a discussão, conforme segue:

APELAÇÃO CÍVEL EM MANDADO DE SEGURANÇA. RETORNO DOS AUTOS DO SUPERIOR TRIBUNAL DE JUSTIÇA COM DECISÃO PARA QUE ESTA CORTE MANIFESTE-SE SOBRE PEDIDO ESPECÍFICO. ISS. EXCLUSÃO DE SUA BASE DE CÁLCULO DOS VALORES REFERENTES AOS MATERIAIS EMPREGADOS NA REALIZAÇÃO DE OBRAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL. PEDIDO DE RECONHECIMENTO DO DIREITO À COMPENSAÇÃO DE CRÉDITO TRIBUTÁRIO EM SEDE DE AÇÃO MANDAMENTAL. POSSIBILIDADE. PRECEDENTES. RECURSO PROVIDO.

Apelação civil em mandado de segurança coletivo, tributário. Imposto sobre Serviço (ISS). Sindicato da indústria da construção de Blumenau – SINDUSCON que propugnou pela concessão da ordem para que as autoridades coatoras se abstivessem de incluir na base de cálculo do ISS o montante relativo aos materiais de construção adquiridos de terceiros e utilizados nas obras. Pleito cumulativo de compensação dos créditos tributários indevidamente recolhidos. Sentença que denegou a ordem. Decisão deste tribunal de justiça que confirmou a sentença. Decisão em agravo em recurso especial N.113.482/SC, do colendo superior tribunal de justiça que deu provimento ao recurso especial interposto pelo sindicato impetrante para admitir a possibilidade de exclusão da base de cálculo do ISS dos valores dos materiais de construção adquiridos de terceiros. Retorno dos autos a esta corte estadual para o julgamento do capítulo do pedido remanescente. Possibilidade de declaração do direito a compensação das contribuições tributárias em sede de mandado de segurança. (Brasil, Poder judiciário do estado de Santa Catarina. Apelação Civil n. 2009.027278-7, Relator: Des. BLASI, João Henrique. Publicado 10-12-2013).

4.3 Elaboração e criação de projetos

As questões referentes à elaboração e criação de projetos atingiram números elevados de jurisprudências, sendo 19% no estado de SC e 18% no estado do RS. O principal problema relacionado a projetos foi a falta de cumprimento das leis municipais, tais

como o Plano Diretor e o Código de Obras. Isso fica evidente na jurisprudência que segue:

[...] O Município de Florianópolis ajuizou "ação ordinária de demolição"... "O citado laudo de vistoria confirmou que o subsolo, o térreo e o pavimento imediatamente superior, foram todos executados diferentes do projeto licenciado"... "As garagens do térreo foram suprimidas, para utilização comercial. A sobreloja, anteriormente aprovada, deu lugar ao segundo pavimento, ocupando mais de 80% (oitenta por cento) do pavimento térreo. Foi ainda construído acréscimo sobre o afastamento para a Rua Olinda Maria Rodrigues, ocupando os níveis de subsolo e térreo" [...]. Ao final, a respeitável comissão concluiu que 'não há como regularizar a construção na forma que se encontra. O terceiro pavimento e o acréscimo sobre o afastamento devem ser demolidos por contrariarem a legislação vigente' "(fl. 3)". (BRASIL. Poder judiciário do estado de Santa Catarina. Apelação do Civil n.2011.023147-2, Relator: BRAGA, Stanley da Silva. Publicado 31-10-2013).

Nesse caso, a punição recaiu sobre o proprietário do empreendimento, não havendo punição cabível ao profissional.

4.4 Jurisprudências de contratação e elaboração de contratos

Em ambos os estados a quantidade de jurisprudência geradas foram de 13% no estado de Rio Grande do Sul e 10% no estado de Santa Catarina. As questões referentes a atraso na entrega e descumprimento de contrato (compra e venda) foram as principais causas que geraram essas jurisprudências.

Durante o desenvolvimento da pesquisa, observou-se que a maior parte das jurisprudências estava relacionada ao não cumprimento do prazo de entrega da edificação descrito em contrato. Também se ressalta que, em contratos de promessa de compra e venda, é de caráter das construtoras estipular o prazo de entrega posterior ao necessário, como margem de folga, demonstrando uma ação típica por atraso de entrega na compra de imóveis, apesar da tentativa das defesas em justificar o atraso, o que na maioria dos casos, não costuma convencer os magistrados, conforme segue:

[...] 1. Os contratos imobiliários de construtora se submetem à disciplina jurídica do Código de Defesa do Consumidor. [...] 2. Excesso de chuvas e escassez de mão de obra não consubstancia força maior para excluir a responsabilidade por atraso na entrega de obra, porquanto são riscos inerentes à construção civil, descabendo transferi-los ao consumidor adquirente (Brasil, Poder judiciário do estado de Santa Catarina. Apelação Civil n. 2012.057290-0, Relator: Des. Des. ROCHA, Monteiro. Publicado 31-10-2013).

Os atrasos geram prejuízos para os consumidores que, com amparo no Código de Defesa do Consumidor, podem ingressar em juízo e buscar a reparação dos danos, através de ações de indenização materiais e morais. Nos casos mais graves, o juiz fixa multas diárias às construtoras, até a data da entrega, forçando a aceleração da conclusão da obra.

4.5 Desempenho de obra

As jurisprudências referentes ao desempenho das obras corresponderam a 8% em SC e 17% no RS. A principal causa de jurisprudências no desempenho de obras está relacionada à deterioração de revestimento (30% em SC e 26% no RS) e presença de umidade (27% em SC e 33% no RS). Outros fatores como fissuras, desabamentos e deformidades na pintura também foram observados, porém com menores incidências.

Dentre as jurisprudências analisadas destacaram-se as de caráter culposo, onde os réus responderam diante do Código Civil e Código de Defesa do Consumidor. As punições

geradas são de ordem material, pagamento de indenização, multas, embargo de obras, demolição, suspensões de carteira profissional (CREA), tal como segue:

APELAÇÃO CÍVEL. DIREITO PRIVADO NÃO ESPECIFICADO. CONSTRUÇÃO DE IMÓVEL. AÇÃO REPARATÓRIA DE DANOS MATERIAIS E MORAIS. VÍCIOS NA CONSTRUÇÃO DO IMÓVEL. FALHA NO PROJETO, EXECUÇÃO E CONSTRUÇÃO DO IMÓVEL. CONTRATO DE EMPREITADA. PROVA PERICIAL.

A prova pericial, o contrato e os demais elementos de prova produzidos apontam com exatidão a responsabilidade civil da construtora quanto aos vícios do projeto, da execução e da construção do imóvel, que resultaram em danos estruturais, desde infiltrações de água nas janelas e parede lateral, microfissuras no reboco, ausência de impermeabilização e pintura inadequada no banheiro, provocando até mesmo a proliferação de mofo.[...] (Apelação Cível Nº 70059664946, Poder judiciário do estado de Rio Grande do Sul, Relator: MARCHIONATTI, Carlos Cini, Julgado em 28-05-2013)

O desempenho da obra não cabe somente a uma boa execução e cumprimento das normas técnicas em obra, mas também a manutenção, a qual poderá assegurar o atingimento da vida útil de projeto.

4.6 Desapropriação

As ações geradas pelas desapropriações nos estados de SC e RS atingiram, respectivamente, um total de 15% e 9%, tendo como principais causas as referentes a desapropriações de hidrelétricas e reformas rodoviárias.

Outro ponto de destaque é que, quando a ação de desapropriação aponta a invasão de espaço destinado a passeio público ou área de proteção permanente (APP), possui qualificação considerada como de ação pessoal (pessoa física). Essa decorrência dá ao proprietário situação de ilegalidade, na qual não há indenização, pois implica que a área está tecnicamente irregular.

4.7 Seguro Habitacional

As jurisprudências referentes ao seguro habitacional correspondem no estado de SC a 14% e 21% no RS. As questões referentes ao seguro habitacional possuem jurisprudências geradas, em sua maioria, no ano 2009. Isso porque anteriormente a Justiça tinha dúvidas sobre a quem caberia a ação de julgar (Estadual ou Federal), então devido uma lei n 11.672/2008 decretada em 11 de março de 2009 coube à Justiça Estadual e não à Justiça Federal julgar a ação. Em virtude dessa lei, as ações encaminhadas ao Tribunal Federal foram recusadas, sendo elas encaminhadas para serem julgadas pela Justiça Estadual.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Por meio da análise das jurisprudências nos estados de SC e RS, tornou-se possível sondar as causas que geraram ações contra profissionais e empresas da área da construção civil. Por meio da fundamentação em casos já julgados, é possível conscientizar e informar os interessados e envolvidos para que não cometam os mesmos erros, evitando despesas com assessoria jurídica e indenizações.

Através dessa pesquisa, foram constatados que as questões tributárias são as principais causas de jurisprudências, e as maiores dúvidas estão com relação ao ISS. Os

esclarecimentos com relação aos critérios empregados na base de cálculo deste imposto devem ser verificados com o respectivo município de instalação da obra.

Por outro lado, a pesquisa buscava levantar as responsabilidades dos responsáveis técnicos das obras envolvidas nas jurisprudências, o que, felizmente, ficou aquém do esperado. Praticamente, não houve responsabilização dos responsáveis técnicos, com exceção de aspectos ligados à elaboração de projetos. Isso ocorreu porque as demais jurisprudências recaíram sobre a empresa e seus prepostos.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. **Código civil Brasileiro**. Brasília: Câmara dos Deputados, Coordenação de Publicações, 2002.
- BRASIL. **Código defesa do Consumidor**. Brasília: Senado Federal, 2000.
- DEL MAR, Carlos Pinto. **Falhas, responsabilidades e garantias na construção civil**. São Paulo: Pini, 2008.
- GONÇALVES, Carlos Roberto. **Responsabilidade civil**. 8º Ed. São Paulo: Saraiva 2003.
- MARTINI, Martireli. **Análise de Jurisprudência Relacionada a Construção Civil**. 2011. 72f. Monografia apresentada na Universidade Comunitária da Região de Chapecó – UNOCHAPECÓ para obtenção de grau de bacharel em Engenharia Civil, Chapecó, 2011.
- MEIRELLES, Hely Lopes. **Direito de construir**. São Paulo: Revista dos Tribunais, 1979.
- MELLO, Guilherme Queiroz de. **Responsabilidade e Garantia na Construção Civil**, 2010. 69f. Monografia apresentada na universidade do vale do Itajaí – UNIVALI para obtenção do grau de bacharel em Direito, Itajaí, 2010.
- NASCIMENTO, Tupinambá M.C.do. **Responsabilidade Civil no código do consumidor**. Rio de Janeiro: Aide, 1991.
- RODRIGUES, Silvio. **Direito Civil dos Contratos e das Declarações Unilaterais de Vontade**. São Paulo: Saraiva, 2002, v.3.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ANÁLISE DE ÁREAS DE VIVÊNCIA EM CANTEIROS DE OBRA DE MACEIÓ/AL

LINS, Alan Cabral Gama (1); SILVA JÚNIOR, Carlos André Vieira (2); WEBER, Adriana de Oliveira Santos (3)

(1) Universidade Federal de Alagoas, e-mail: allancabralins@gmail.com (2) Universidade Federal de Alagoas, email: cavsjunior94@gmail.com, (3) Universidade Federal de Alagoas, e-mail: os.adriana@gmail.com

RESUMO

As áreas de vivência de canteiros de obras são destinadas à higiene, saúde, descanso, alimentação e lazer dos trabalhadores. A NR-18, em seu item 18.4, estabelece diretrizes acerca das áreas de vivência, as quais devem ser cumpridas pela indústria da construção com o objetivo de suprir as necessidades básicas dos seus funcionários. Levando-se em conta sua importância em vários aspectos da produção como, por exemplo, o aumento da produtividade e controle de recursos dos empreendimentos. O presente trabalho objetiva analisar as áreas de vivência dos canteiros de obra de Maceió, comparar os resultados com trabalhos anteriores, possibilitando assim a avaliação das similaridades e diferenças de acordo com variáveis regionais e temporais e propor medidas que melhorem os índices de cumprimento desta norma. Inicialmente foi realizada uma revisão teórica em trabalhos técnicos que destacavam o tema abordado. Após isto, foi definido o uso da lista de verificação desenvolvida por Saurin et al. (2000) e atualizada por Mallmann (2008). Esta foi aplicada em 13 canteiros de obra localizados em Maceió-AL. Em seguida, os resultados foram tabulados e analisados, assim como os dados coletados em entrevistas com representantes de empresas construtoras, dos trabalhadores da construção civil e do Ministério do Trabalho e Emprego. Os resultados obtidos mostraram que a média ponderada dos itens conformes foi de 8,9 e que o coeficiente de variação foi de 8% entre os canteiros analisados, o que caracteriza um bom desempenho desta categoria da NR-18. Através de uma análise comparativa, foram constatados avanços em relação a estudos anteriores. Foram identificadas boas práticas, as principais dificuldades quanto ao cumprimento da NR-18 nas áreas de vivência, bem como medidas que podem ser adotadas para aumentar grau de cumprimento nessas áreas.

Palavras-chave: NR-18, Canteiros de obra, Áreas de vivência.

ABSTRACT

The living areas of construction sites are designed to workers hygiene, health, rest, feeding and leisure. The NR-18, in item 18.4, presents guidelines about living areas, which must be complied by the construction industry in order to meet the basic needs of its employees. Regarding its significance in various areas of production, for example, increase of productivity and control of resources of constructions, this work aims to analyze the jobsites' living areas of Maceio, to compare the found results with previous studies, enabling evaluation of the similarities and differences according to regional and temporal variables and proposing measures to improve the compliance rates of this standard. Initially, a theoretical review of technical papers were made. After that, the authors used the checklist developed by Saurin et al. (2000) and updated by Mallmann (2008). That checklist was applied in 13 construction sites located in Maceió-AL. Then, the results were tabulated and analyzed, as well as the data collected in interviews with representatives of construction companies, construction workers and Ministry of Labor and Employment. The results presented that the weighted average of conforming items was 8.9 and the coefficient of variation was 8% among the analyzed sites, which is a satisfactory performance of the NR-18 category. Through a comparative analysis, progress was noted, regarding previous studies. Good practices and the main difficulties regarding compliance with NR-18 on living areas were identified, as well as measures that can be adopted to increase the degree of compliance on those areas.

Keywords: NR-18, Occupational health and safety, Construction sites, Living areas.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil é um setor de grande importância socioeconômica para o Brasil. Isto se deve, entre outros fatores, à sua relevante participação na economia e elevada capacidade de absorção de mão-de-obra. Entretanto, ainda está muito aquém de atender as normas de segurança e saúde do trabalho, representada pela NR-18 para o setor. As áreas de vivência são essenciais para que os trabalhadores se sintam seguros e higienizados. O presente trabalho teve como objetivo analisar e diagnosticar áreas de vivência nos canteiros de obra de Maceió/AL.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 NR-18 - Condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção

Esta Norma Regulamentadora estabelece diretrizes de ordem administrativa, de planejamento e de organização, que objetivam a implementação de medidas de controle e sistemas preventivos de segurança nos processos, nas condições e no meio ambiente de trabalho na Indústria da Construção (BRASIL, 2013). De acordo com a NR-18, é vedado o ingresso ou a permanência de trabalhadores no canteiro de obras, sem que estejam assegurados pelas medidas previstas em seu conteúdo de acordo com a fase da obra.

Para garantir qualidade de vida, condições de higiene e integração do empregado na sociedade, com reflexos na produtividade da empresa, a nova NR-18 determina que os canteiros de obra contendam áreas de vivência que reflitam sua dignidade (MARTINS; SERRA, 2003).

As áreas de vivência são áreas destinadas a suprir as necessidades básicas humanas de alimentação, higiene, descanso, lazer, convivência e ambulatória, devendo ficar fisicamente separadas das áreas laborais (BRASIL, 2013).

De acordo com a NR-18, as áreas de vivência devem dispor de instalações sanitárias, vestiário, alojamento, local para refeições, cozinha, área de lazer, lavanderia e ambulatório, com a possibilidade de inexistência de itens em função da tipologia da obra.

Segundo Menezes e Serra (2003), as áreas de vivência compõem um dos grupos mais enfatizados pela fiscalização, sendo responsáveis por garantir as boas condições humanas para o trabalho, influenciando o bem-estar do trabalhador e, conseqüentemente, o número de acidentes.

3 MÉTODO DE PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada no presente trabalho foi o estudo de caso. Segundo Yin (2005), o estudo de caso, mais do que um procedimento, é uma estratégia, pois, além de focar a atenção na coleta de dados e no trabalho de campo, lida, de forma importante, com o planejamento, a análise e a exposição de ideias.

Foi realizado o estudo do referencial teórico ao longo de todo o trabalho, visando à compreensão de conceitos como segurança do trabalho, NR-18 e áreas de vivência.

A lista utilizada foi desenvolvida por Saurinet *al.* (2000) e atualizada por Mallmann (2008). Alguns de seus itens foram modificados, retirados ou adicionados de acordo

com as alterações da NR-18 ocorridas desde a atualização de Mallmann (2008) até a data da sua aplicação. A lista apresenta três possíveis alternativas para cada item: “Sim”, “Não” e “Não se aplica”. Foi utilizado o sistema de ponderação de Mallmann (2008), que atribui um peso de 1 a 4 para cada item com base na classificação de infrações proposta pela NR 28 em seu Anexo I.

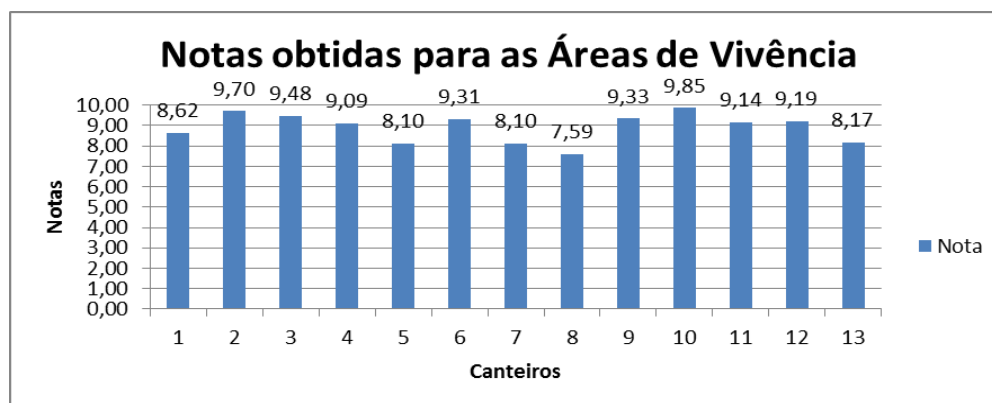
Como o interesse do presente trabalho limitou-se às áreas de vivência de canteiros de obras, utilizou-se somente a parte da lista original em que consta o agrupamento Áreas de Vivência. Esta lista foi preenchida pelo primeiro autor, acompanhado pelo segundo autor (colaborador do trabalho). Foram realizadas também entrevistas semi-estruturadas com os trabalhadores e gerência das obras analisadas como dispositivo auxiliar na compreensão dos dados quantitativos. Esses dados foram tabulados e se obteve indicadores estatísticos que foram utilizados na produção deste trabalho.

4 RESULTADOS

4.1 Avaliação geral dos dados

De maneira geral, as áreas de vivência obtiveram um nível de adequação à NR-18 relativamente alto. A partir da tabulação dos dados relativos à aplicação da Lista de Verificação nos canteiros, foi constatado que 91,7% dos itens eram aplicáveis. Dentre os itens aplicáveis, constatou-se que 87,07% deles atendiam às exigências da NR-18. Observou-se também que 47,37% dos itens avaliados foram cumpridos em todas as obras visitadas e que nenhum item deixou de ser cumprido em todos os canteiros. Na figura 1 são apresentadas as notas médias gerais das avaliações obtidas pelos canteiros.

Figura 1 – Notas obtidas pelos canteiros



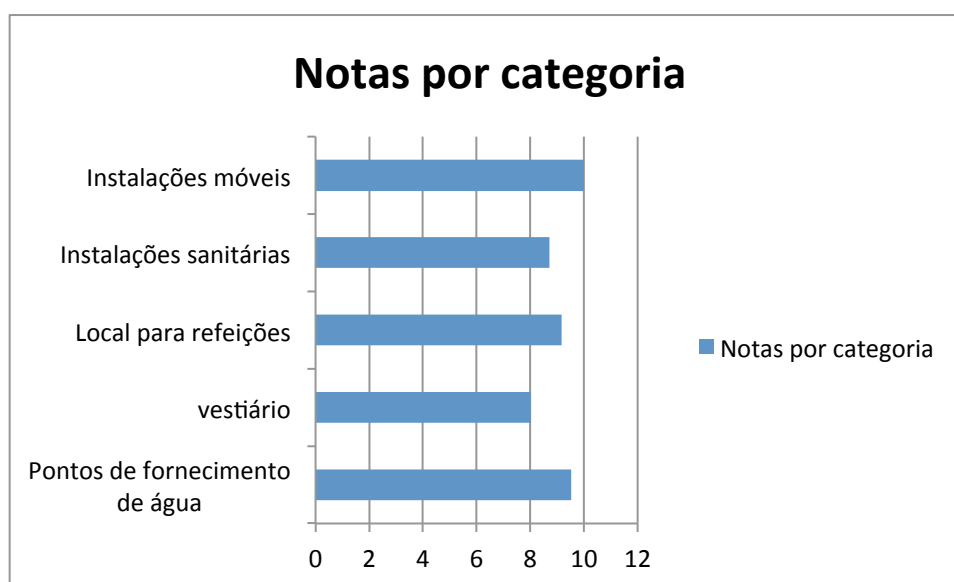
Fonte: os autores

A nota média foi de 8,90, valor que, ao ser comparado com os 87,07% citados anteriormente como resultado do cálculo da porcentagem de adequação dos itens aplicáveis sem a consideração dos pesos, mostra a baixa influência destes nos resultados. A mediana das notas foi de 9,14, o que indica um equilíbrio entre a quantidade de valores abaixo e acima da média. O coeficiente de variação foi de 8%. Pode-se perceber também que as notas das áreas de vivência dos canteiros concentraram-se, principalmente, nos intervalos entre 8,0 e 8,5 e entre 9,0 e 9,5.

4.2 Análise por grupo da lista de verificação

A Lista de Verificação utilizada divide o grupo Áreas de Vivência em 5 elementos: Instalações Móveis, Instalações Sanitárias, Local para Refeições, Vestiário e Fornecimento de Água Potável. As notas médias para essas categorias são apresentadas na figura 2.

Figura 2 – Notas médias dos grupos da lista de verificação



Fonte: os autores

É possível constatar que todos os elementos obtiveram notas relativamente boas e que a variação dos seus valores foi relativamente pequena, se distribuindo entre 8,0 e 10,0, com uma concentração na faixa entre 9,5 e 10,0.

Na avaliação das instalações móveis, percebeu-se que este não é um item compulsório de acordo com a NR-18, logo este item só foi avaliado em 4 canteiros (2,4,10,12) que o possuíam. Constatou-se que todos os canteiros avaliados receberam nota 10, pois estas instalações são, em sua maioria, alugadas de terceirizadas que se responsabilizam pela manutenção dos requisitos normativos.

As instalações sanitárias são requisitos compulsórios da NR-18. A nota média foi de 8,70. A mediana das notas foi de 9,23, indicando que a maioria dos canteiros obteve valores acima da média, já o coeficiente de variação foi de 12%. A variabilidade das notas é gerada pelo fato de alguns canteiros negligenciarem esta área por entenderem que não trás riscos eminentes para os trabalhadores. Podendo-se perceber que estas não conformidades se devem a problemas gerenciais.

A partir da análise do grupo Local para Refeições, constatou-se que o mesmo obteve um bom desempenho. A mediana das notas foi de 9,29 e o coeficiente de variação 7%. Este valor exemplifica a preocupação em manter a conformidade nesta instalação demonstrada pela maioria dos gestores.

Na avaliação do elemento do vestiário a nota média foi de 8,02. A mediana das notas foi de 8,57, o que indica que a maior parte dos canteiros obteve valores acima da média. O coeficiente de variação foi de 18%. A alta variabilidade é gerada, principalmente, pela

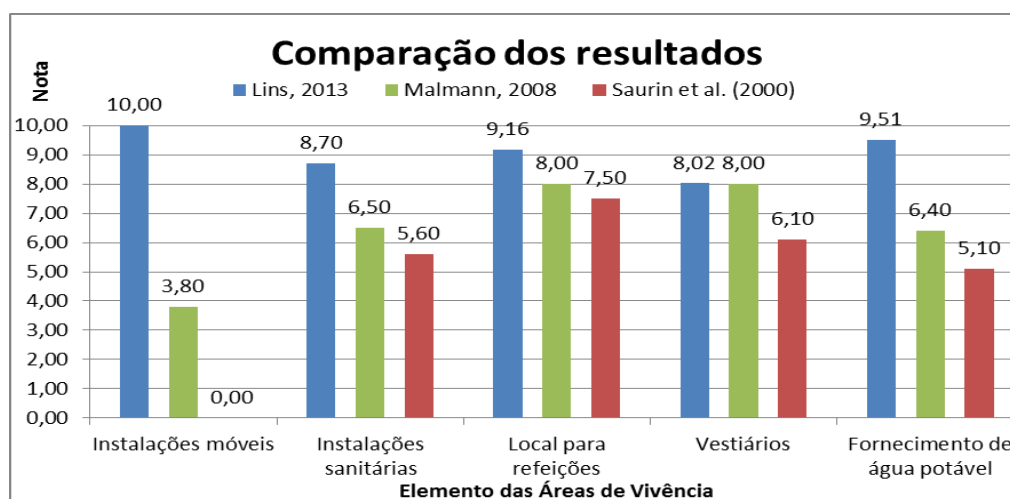
desinformação de parte dos gerentes dos requisitos desta instalação, aliada ao fato da negligência devido à não identificação de riscos por parte dos gerentes para este local.

Na avaliação do grupo Fornecimento de Água Potável a nota média do presente elemento foi 9,51. Já a mediana foi de 10,00, o que mostra que a maioria das notas se encontra acima da média. O coeficiente de variação foi de 12%. Observa-se que 2 canteiros (1 e 8) obtiveram notas mais baixas, e isto ocorreu devido ao grupo Fornecimento de Água Potável conter apenas 3 itens, sendo todos com pesos 3 ou 4 e os canteiros citados apresentaram apenas uma não conformidade.

4.3 Análise comparativa com outros trabalhos

Em Saurinet *al.* (2000), foram avaliados 79 canteiros de 61 empresas nas cidades de Porto Alegre (RS), Santa Maria (RS), Passo Fundo (RS), Fortaleza (CE), Salvador (BA), Feira de Santana (BA) e João Pessoa (PB). No trabalho de Mallmann (2008), foram utilizados dados de 26 canteiros de 14 empresas na cidade de Porto Alegre (RS). Na figura 3 são apresentados os resultados da comparação desses trabalhos com a presente pesquisa.

Figura3 – Comparação dos resultados de Lins, Malmann e Saurin



Fonte: os autores

A partir da análise global da comparação, pode-se verificar que os resultados de Mallmann (2008) superaram os encontrados por Saurinet *al.* (2000) para todos os elementos das áreas de vivência. Quando analisados os resultados do presente estudo, constata-se que seu desempenho foi superior ao alcançado por Mallman para todos os grupos, obtendo um considerável avanço no grau de adequação à NR-18, e a este fenômeno se atribui o fato do aumento da fiscalização e conscientização da NR-18 em todo país por parte do ministério do trabalho e emprego (MTE) nos últimos anos.

O trabalho de Costa (2012) coletou dados em 26 canteiros de 14 empresas na cidade de Maceió (AL). O gráfico 4 apresenta os resultados alcançados por este trabalho, assim como os encontrados pelo presente estudo, para os elementos das áreas de vivência.

Figura 4 – Comparação dos trabalhos de Lins e Costa



Fonte: os autores

Por meio de uma análise comparativa, são observados resultados próximos, o que já era esperado por causa da pequena distância temporal entre a coleta de dados dos dois trabalhos e pelo fato de ambos terem sido realizados na mesma cidade e com uma mesma tipologia de obra. Entretanto, é possível perceber uma sensível melhora dos resultados gerais.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo principal deste trabalho foi analisar as áreas de vivência dos canteiros de obras de Maceió-AL. O método de pesquisa baseou-se na tabulação e análise dos dados relativos à aplicação da Lista de Verificação em 13 canteiros de obras residenciais e comerciais, todas com quatro ou mais pavimentos e localizadas na cidade de Maceió, bem como na elaboração de roteiros de entrevistas, aplicação destes aos representantes das empresas construtoras, dos trabalhadores da construção civil e do MTE e posterior análise das informações obtidas.

Os resultados obtidos apontam um alto grau de cumprimento dos itens das áreas de vivência presentes na NR-18 nos canteiros avaliados. Apesar de itens terem sido avaliados negativamente em alguns casos, o alto grau geral de conformidade dos mesmos, indica que, com maior ou menor dificuldade, todos os itens podem ser cumpridos pelas empresas. Percebeu-se também que os casos de desconformidades poderiam ter sido evitados, principalmente, com a adoção de medidas de fácil execução e baixo custo. Em relação à comparação com outros trabalhos, foi percebido que a avaliação desta categoria da norma vem evoluindo positivamente ao longo do tempo, principalmente devido a ações de conscientização, fiscalização e punição realizadas pelo MTE em todo país e com foco na indústria da construção civil.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 18**: condições e meio ambiente de trabalho na indústria da construção. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <<http://www.mte.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2013.

COSTA, W. D. **Avaliação do atendimento à NR-18 em canteiro de obra na cidade de Maceió/Alagoas**. 2012. Dissertação (Graduação em Engenharia) – Curso de Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2012. .

MALLMANN, B. S. **Avaliação do atendimento aos requisitos da NR-18 em canteiro de obra: um estudo baseado na norma**. Porto Alegre, 2008. Originalmente apresentado como monografia de graduação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008.

MARTINS, M. S.; SERRA, S. M. B. A Importância da Elaboração do PCMAT: conceitos, evolução e recomendações. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3, 2003, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2003.

MENEZES, G. S.; SERRA, S. M. B. Análise das áreas de vivência em canteiro de obras. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3, 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: SIBRAGEC, 2003. p. 2.

SAURIN, T. A.; FORMOSO, C. T. Análise de práticas de planejamento de layout e logística em um conjunto de canteiros de obras no Rio Grande do Sul. **Revista Produto & Produção**, Porto Alegre, vol. 4, n. 3, p. 14-25, 2000

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. 3ª Ed. Porto Alegre: Editora Bookman. 2005.



AVALIAÇÃO ERGONÔMICA DO TRABALHO NA EXECUÇÃO DE VEDAÇÕES EM OBRAS DE LIGHT STEEL FRAME

BIANCHINI, Glauco Fabrício (1); CARVALHO, Laísa Cristina (2); PALIARI, José Carlos (3)

(1) Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, (16) 3306-6588, e-mail: glaucobf@yahoo.com.br (2) UFSCar, e-mail: laisacarvalho2809@gmail.com (3) UFSCar, e-mail: jpaliari@ufscar.br

RESUMO

O processo construtivo *Light Steel Frame (LSF)* apresenta uma evolução quando comparado com o sistema tradicional, caracterizando-se por ser uma construção industrializada, racionalizada, e por demandar mão de obra capacitada. Do ponto de vista ergonômico, o *LSF* apresenta vantagens significativas nas condições de trabalho, mas ainda podem ser identificados problemas ergonômicos relacionados às atividades dos trabalhadores. Neste contexto, este trabalho tem por objetivo avaliar as condições ergonômicas do trabalho na execução de vedação de obras de *Light Steel Frame (LSF)*, com ênfase na vedação das divisórias com placas OSB, por meio da Análise Ergonômica do Trabalho (AET). Para tanto, empregou-se a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) com foco em três instrumentos ergonômicos: o manual de análise ergonômica do local de trabalho – Ergonomic Workplace Analysis (EWA), para avaliar o conteúdo de trabalho e o levantamento de carga, o Compêndio de Atividades Físicas (MET), para avaliar o gasto energético (Kcal/hora) do trabalhador e o método Occupational Repetitive Actions (OCRA) com o objetivo de analisar os movimentos repetitivos dos membros superiores dos trabalhadores. Considerando tais fatores a serem analisados, com registros fotográficos, entrevistas e acompanhamentos, foram estudadas as reais condições do posto de trabalho, buscando analisar as situações cotidianas de trabalho, saúde e segurança dos trabalhadores. Este trabalho caracteriza as condições do posto de trabalho durante a execução de vedação em obras de *LSF*. Os resultados encontrados corroboram a existência de posturas inadequadas de trabalho durante a execução da atividade.

Palavras-chave: Light Steel Frame, Análise Ergonômica, Instrumentos Ergonômicos.

ABSTRACT

The construction process Light Steel Frame (LSF) shows a progress compared to the traditional system is characterized by being an industrial building, streamlined, and require skilled labor. From an ergonomic point of view, the LSF has significant advantages in working conditions, but we can still identify ergonomic problems related to the activities of workers. In this context, this study aims to evaluate the ergonomic working conditions in the execution of sealing works of Light Steel Frame (LSF), with emphasis on sealing of partitions with OSB boards through the Ergonomic Job Analysis (AET). Therefore, it was used the methodology of Ergonomic Job Analysis (AET) focusing on three ergonomic instruments: the manual of ergonomic analysis of workplace – Ergonomic Workplace Analysis (EWA), to evaluate the work content and the lifting loads, the Metabolic Equivalent of Task (MET), to evaluate the energetic expenditure (Kcal/hour) of the worker and the Occupational Repetitive Actions method (OCRA) in order to analyze the repetitive movements of workers upper limbs. Considering these factors to be analyzed, with photographic records, interviews and accompaniment, the actual conditions of the job were studied, seeking to analyze everyday work situations, health and safety of workers. This work characterizes the job conditions during sealing of execution in works of LSF. The results corroborate the existence of inadequate working postures while performing the activity.

Keywords: Light Steel Frame, Ergonomic Analysis, Ergonomic Instruments.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é umas das atividades que mais gera empregos no país, sendo um setor de destaque dentre todos os segmentos empresariais, o qual passou por grande expansão nas últimas décadas e ainda possui métodos construtivos artesanais, de baixa produtividade, elevados índices de desperdício, mão de obra desqualificada e com poucas inovações tecnológicas, se comparada a outros países (IIDA, 2005). Cabe ressaltar que a quantidade de trabalhadores nessa área é bem significativa, ofertando vagas para todas as categorias de profissionais. Contrapondo essa situação, o sistema *Light Steel Frame* vem aparecendo como uma das alternativas para mudar o panorama do setor. Sendo um sistema industrializado, o *LSF* é caracterizado por promover a precisão de montagem, resistência estrutural, redução de desperdícios, além das inúmeras possibilidades de inovações tecnológicas (VIVAN, 2011).

Para Fisher; Buettner (2001), os painéis do sistema apresentam as vantagens de serem rapidamente e facilmente montados. Nesse sistema, as vedações devem ser leves, modulares (se possível) e devem promover o emprego de sistemas racionalizados a fim de promover um maior grau de industrialização da construção (CRASTO, 2005).

Sendo o *LSF* um sistema inovador, este trabalho tem relevância devido a contribuição ergonômica que ele proporciona; cabe ressaltar que a AET na construção civil ainda é pouco aplicada, mesmo no sistema tradicional. Deste modo Poletto e Rampinelli (2012) afirmam que o conhecimento ergonômico fornece informações capazes de nortear o planejamento e a execução de medidas preventivas e corretivas de acidentes do trabalho e de doenças ocupacionais, bem como minimizar o desconforto físico do trabalhador, melhorando a eficiência de produtividade do trabalho.

Segundo a NR 17, a ergonomia contribui com instrumentos de avaliação para que se obtenha a organização do trabalho por meio da adoção de princípios e conceitos ergonômicos para melhorar as condições de conforto e segurança (BRASIL, 2014). As questões relacionadas à ergonomia e segurança do trabalhador não devem ser apenas uma obrigação legal, cabendo ao empregador cumprir a legislação vigente, proporcionando condições adequadas de trabalho, resultando na satisfação do trabalhador com reflexos na melhoria do desempenho, redução de absenteísmo e consequentemente o aumento da produtividade. Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar as condições ergonômicas do trabalho na execução de vedação de obras de *Light Steel Frame (LSF)*, com ênfase na vedação das divisórias com placas OSB, por meio da Análise Ergonômica do Trabalho (AET).

2 MÉTODO DE PESQUISA

Para o desenvolvimento e realização desse trabalho foi utilizada a metodologia da Análise Ergonômica do Trabalho (AET) que, para Guérin et al. (2001), é uma abordagem original para a transformação e a concepção dos meios técnicos e organizacionais de trabalho, uma forma de mostrar novas questões sobre o funcionamento do homem no trabalho. A pesquisa caracteriza-se como um estudo exploratório, com uma abordagem qualitativa, mesmo com inferências quantitativas, obtendo-se informações precisas a respeito da situação. Auxiliando na captura dos dados e avaliações, foram utilizados três instrumentos ergonômicos de avaliação:

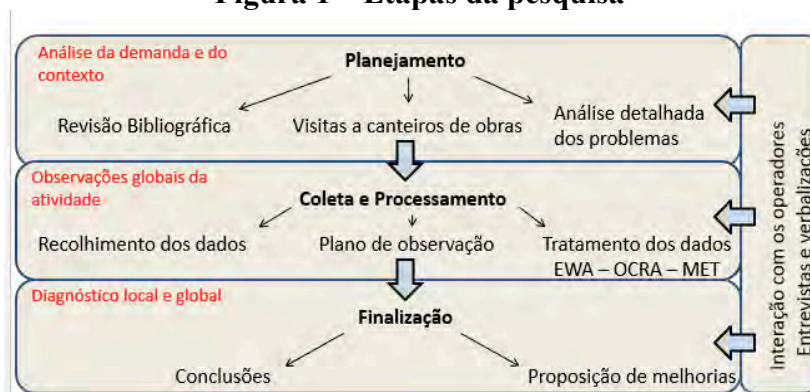
- a) **Manual de análise ergonômica do local de trabalho (EWA)**: desenvolvido pelo Finnish Institute of Occupational Health na Finlândia que tem objetivo focar na atividade do trabalho, diagnosticar, propor e implementar melhorias,

buscando soluções que atendam as demandas inerentes às situações produtivas das organizações (OLIVEIRA; FONTES, 2011).

- b) **Equivalente Metabólico (MET)**: um dos principais instrumentos empregados para descrever as necessidades energéticas para várias atividades, apresentando o gasto energético de várias atividades em forma de tabelas (SMITH, 1997). O cálculo do gasto energético é dado em Kcal x Kg-1 x h-1.m a fim de eliminar, principalmente, os riscos biomecânicos e se utiliza o compêndio de atividades físicas traduzidas por Farinatti (2003) com base na amostra da população brasileira, contemplando 605 atividades cotidianas (lazer, laboral e desportivas) executadas com diferentes intensidades.
- c) **Occupational Repetitive Actions (OCRA)**: desenvolvido pelos Drs. Daniela Colombini e Enrico Occhipinti com o objetivo de identificar um procedimento de cálculo que simule, de modo real, os riscos associados aos movimentos repetitivos dos membros superiores. Estabelece um número recomendado de movimentos por minuto levando em consideração algumas variáveis (esforço físico, pausas na jornada de trabalho, posturas dos membros superiores) (OCCHIPINTI; COLOMBINI, 2009).

Todo embasamento para desenvolvimento do trabalho, compreensão da atividade e influência da ergonomia nas atividades da construção civil está fundamentada na literatura consultada. Todos os fatores considerados nesta análise foram desenvolvidos por meio de registros fotográficos (filmagens e fotos), entrevistas semiestruturadas, acompanhamento “in loco” e verbalização dos trabalhadores, onde foram estudadas as reais condições do posto de trabalho, buscando analisar as situações cotidianas de trabalho, e se os riscos ergonômicos dessas atividades interferem na saúde e segurança dos trabalhadores. Para melhor compreensão da metodologia é apresentada a Figura 1.

Figura 1 – Etapas da pesquisa



Fonte: Autores

Assim, diante a metodologia apresentada, foi aplicado o conjunto de etapas que formam a AET, onde a utilização dos instrumentos ergonômicos EWA, OCRA e MET foram utilizados na etapa intermediária, especificamente no tratamento de dados para obtenção dos resultados.

3 COLETA DE DADOS

Inicialmente, contatou-se uma empresa solicitando permissão para a coleta de dados, entrevistas com os trabalhadores e responsáveis pela produção. A primeira entrevista

realizada foi com o responsável pela obra e pela empresa. Nessa entrevista, foram obtidos dados a respeito da organização da empresa, regime de trabalho do funcionários e informações sobre o mercado e comportamento do mesmo. Após a ambientação do pesquisador com a empresa, o responsável o apresentou aos funcionários responsáveis pela tarefa a ser analisada, explicando seus objetivos e métodos. Uma nova entrevista foi realizada com os mesmos para obter dados sobre a organização do trabalho no canteiro de obras e informações pessoais tais como, idade, tempo de serviço na empresa e experiência na atividade. Dentre as tarefas inerentes à execução do *LSF*, foi analisada a tarefa referente à vedação vertical interna com placas de OSB.

Para tanto, as atividades relacionadas a esta tarefa foram observadas “in loco” e filmadas para posterior análise em laboratório. Após coleta em campo, com duração de um dia, e de posse das filmagens, foram empregados os instrumentos ergonômicos para identificação dos principais riscos que os trabalhadores estão acometidos. ,

No Quadro 1, a seguir, são apresentadas as informações coletas em função do instrumento ergonômico.

Quadro 1 – Informações coletas em função do instrumento ergonômico utilizado

Instrumento Ergonômico	Informações coletadas
EWA	Área de trabalho, levantamento de carga, posturas e movimentos de trabalho, risco de acidente e atenção. (*)
MET	Tempo da etapa de trabalho, números de ciclos realizados na jornada, peso de um homem adulto médio e código da atividade (obtido do compêndio de atividades físicas).
OCRA	Número de ações, jornada de trabalho, movimentos escápulo-umerais, movimento do cotovelo, pulsos, tipos de pega, fatores complementares (precisão, vibração, compressão) e repetitividade.

(*) As informações coletadas para este instrumento ergonômico são denominadas fatores de avaliações. Dentre os 14 disponíveis, foram analisados os apresentados neste quadro.

Fonte: Autores

Após essa análise, o pesquisador retornou a obra para a realização da confrontação com os trabalhadores e para coletar novas informações sobre possíveis melhorias no processo e situações críticas que não foram possíveis de se identificar na análise dos dados em laboratório.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização e análise da empresa

A empresa apresenta uma demanda de obras relativamente alta e em constante progresso, aumentando cerca de 20% a 30% por ano. As tarefas não possuem procedimentos de execução de serviços e fichas para verificação do serviço e, de acordo com o engenheiro, os funcionários são devidamente treinados e adaptados as políticas da empresa, não sendo necessário passar uma descrição das tarefas a serem executadas. A obra visitada encontra-se localizada em um condomínio fechado em Itatiba-SP. E

estavam sendo executados serviços de fechamento da estrutura em *LSF*, serviços hidráulicos e de alvenaria (muro de fechamento).

Os funcionários são contratados pela empresa, devidamente registrados e recebem por produção, sendo que as tarefas são distribuídas verbalmente e por etapas. Estes não apresentam uma demanda significativa de afastamento e/ou absenteísmo, e todos possuem um rendimento satisfatório de acordo com seu supervisor. O canteiro de obras está devidamente dimensionado, organizado e adequado às normas pertinentes, e a utilização deste método construtivo ajuda nesse ponto.

4.2 Caracterização do trabalhador

Para a caracterização do trabalhador aplicou-se um questionário semiestruturado com o intuito de compreender as situações de trabalho, tanto de ordem ambiental, técnica e organizacional. Durante a visita, foi entrevistado o oficial (especializado em obras de *LSF*), que estava executando o fechamento com placas de OSB e que apresentou as seguintes características: 26 anos de idade, escolaridade 1º grau incompleto, com curso específico para obras de *LSF*; está há três anos na empresa, sendo que o tempo de experiência é o mesmo de empresa. No início da carreira teve dificuldades para assimilar as tarefas uma vez que não conhecia os processos e as ferramentas.

4.3 Tarefa analisada

A tarefa analisada consistiu no fechamento da parede do escritório (13,66m²) com placas de OSB. Como requisito técnico para a tarefa de instalação de placas de OSB é necessário que o serviço seja executado por operário treinado, capaz de manusear e trabalhar com placas OSB, parafusadeira e equipamentos de proteção individual (luvas, óculos, máscaras, calças compridas, camisa de manga longa, sapatos fechados) obrigatórios ao cumprimento da atividade. As impressões gerais diante das observações realizadas por meio das filmagens e fotos são que o trabalhador possui habilidades para execução da tarefa e que ele mesmo realiza a inspeção de qualidade do serviço, tendo maior liberdade para realizar o trabalho (o encarregado pouco inspeciona o serviço).

Para realização da atividade são utilizados equipamentos e ferramentas, como cinto suporte de equipamentos, parafusadeira, escada alumínio, estilete, lápis, giz de linha, trena. Os materiais/componentes manipulados no posto de trabalho foram as placas de OSB (1,20m x 2,40m x 11,1mm - 20,40kg), parafuso cabeça de trombeta e ponta de broca. Para melhor compreensão da atividade é apresentado o Quadro 1 a seguir, com o passo a passo de cada etapa.

Quadro 2 – Sequência de atividades

Etapa	Tempo de execução atividade	Observações
1 – Posicionamento da placa de OSB no local	40 s	O trabalhador verifica o posicionamento da placa, ajusta e fixa o primeiro parafuso. Para fixar o segundo, ele novamente verifica o posicionamento da placa e fixa o segundo.
2 - Parafusamento da placa de OSB nos montantes - até altura dos ombros	150 s	Normalmente, o trabalhador possui a noção de onde se encontra o montante e realiza a fixação do parafuso. Quando não consegue localizar o montante, utiliza a trena. Após a realização da fixação da placa, o trabalhador realiza uma inspeção para garantir a

		qualidade do serviço
--	--	----------------------

Fonte: Autores.

Quadro 2 – Sequência de atividades - continuação

Etapa	Tempo de execução atividade	Observações
3 - Posicionamento da escada	40 s	O trabalhador precisa da escada para fazer a fixação das placas próximo à laje. Trata-se de uma escada de alumínio que o trabalhador maneja com facilidade e quando esta se encontra na posição desejada (perpendicular à parede), ele sobe até o 3º e 4º degrau, "virado" para a parede
4 - Parafusamento da placa de OSB nos montantes nas regiões mais altas (próximo laje)	210 s	O trabalhador mesmo estando trabalhando em cima da escada consegue desempenhar sua tarefa sem grandes problemas. Quando precisa fixar os parafusos próximos à laje, a posição de trabalho parece ficar desconfortável, ele tem que encolher o pescoço para não bater a cabeça no teto e para parafusar a placa. - Essa situação é agravada quando a escada é posicionada muito próxima à parede. Com relação ao uso das ferramentas (parafusadeira), este muitas vezes a utiliza com o punho dobrado e os movimentos do pulso são repetitivos e rápidos
5 - Inspeção do serviço	30 s	O trabalhador realiza uma inspeção rápida para garantir que as placas ficaram bem fixadas e coloca mais alguns parafusos

Fonte: Autores.

A Figura 2, a seguir, demonstra as posturas de trabalho do oficial de acordo com a sequência de atividades apresentada anteriormente.

Figura 2 – Posturas de trabalho do oficial em cada etapa



Fonte: Autores

4.4 Resultados

Análise da tarefa utilizando o EWA

Durante a execução da atividade de trabalho foi verificado que o trabalhador ficava exposto a posturas inadequadas em várias situações, realizando movimentos de flexão, rotação e inclinação de tronco, flexão e extensão de punho. Dentre os fatores analisados (Quadro 1), numa escala de 1 a 5 (onde quanto maior, pior a situação), somente o Fator Posturas e Movimentos (cotovelo – punho) obteve classificação 5. Classificação semelhante foi dada pelo trabalhador considerando a atividade como crítica, podendo esta ser prejudicial a sua saúde.

Análise da tarefa utilizando o MET

Para o cálculo do gasto energético (Kcal/hora) da sequência de atividades conforme apresentado no Quadro 2. De acordo com o resultado apresentado a etapa que demanda mais esforço físico é 4 (consumo 1100,94Kcal) e comparando-se os resultados com o prescrito na NR-15 - Atividades e operações insalubres, conclui-se que para um trabalhador de porte médio, a atividade de fixação de placas de OSB interna, pode ser considerada um trabalho moderado do ponto de vista da taxa de metabolismo.

Quadro 3 – Resultados MET

MET para cada etapa	Calorias gastas em cada etapa
Etapa 1 - Código 11620 - MET = 3,5	Etapa 1 - 183,49 Kcal
Etapa 2 - Código 11460 - MET = 4,0	Etapa 2 - 786,38 Kcal
Etapa 3 - Código 17070 - MET = 3,00	Etapa 3 - 157,28 Kcal
Etapa 4 - Código 11460 - MET = 4,0	Etapa 4 - 1100,94 Kcal
Etapa 5 - Código 11796 - MET = 3,0	Etapa 5 - 117,96 Kcal
Determinação da relação Kcal/ hora = 2346,04/8,8 = 266,66	
Trabalho Moderado = 180 < MET > 300 (NR-15)	

Fonte: Autores

Análise da tarefa utilizando o OCRA

Pode-se dizer que a atividade é prejudicial ao trabalhador conforme Quadro 3, uma vez que a repetitividade apresentada pelos membros superiores está acima dos limites, **Índice OCRA (membro direito) = 32,4 - muito acima do aceitável e Índice OCRA (membro esquerdo) = 6,12 - acima do normal**, caracterizando risco presente para uma doença ocupacional.

Quadro 4 – Resultados OCRA

OCRA		Membro direito / esquerdo		
Ações por ciclo		55 ações		
Duração do ciclo (min)		7,83 min		
Frequência		7,02 ações/min		
Duração da tarefa		480 min		
		ATO (Ações Técnicas Observadas) = 3372		
Fatores condicionantes para o cálculo	Membro Direito		Membro Esquerdo	
	MF = 0,1	ME = 1,0	MF = 0,1	ME = 1,0
	MP = 0,1	MR = 0,9	MP = 0,5	MR = 0,9
	MC = 0,8	MJ = 1	MC = 0,8	MJ = 1
	ATR (Ações Técnicas Recomendadas) = 30xMFxMPxMExMCxMRxMJ			
ATR = 30x0,1x0,1x1,0x0,8x0,9x1 = 0,216		ATR = 30x0,1x0,5x1,0x0,85x0,9x1 = 1,148		

Fonte: Autores (MF – Fator Força) (MP – Postura de Trabalho) (MC – Riscos Complementares) (ME – Fator Repetitividade) (MR – Fator Recuperação) (MJ – Repetitividade Turno de trabalho)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dadas as situações de trabalho dos operários da construção civil, este estudo teve como foco avaliar as condições de trabalho de obras executadas em *LSF* estão submetidos os trabalhadores. Por meio das análises de situações reais de trabalho, buscou-se identificar os constrangimentos e os fatores determinantes que podem afetar a saúde dos operadores.

A partir análise da atividade de fechamento com placas de OSB, onde o conhecimento obtido através de observações e as verbalizações do trabalhador, foi possível conhecer a rotina de trabalho e os fatores que interferem de modo positivo ou negativa no processo, assim a confrontação das informações e dados coletados em campo e posteriormente analisados em laboratório evidenciaram pontos vulneráveis no posto de trabalho que prejudicam a saúde, segurança e conforto do trabalhador.

Os instrumentos ergonômicos EWA, MET e OCRA contribuíram de forma significativa para análise das posturas auxiliando a AET da atividade, assim há uma contribuição para o setor da construção civil, com os riscos ergonômicos deste posto de trabalho. O processo construtivo, por se caracterizar como um processo industrial e racionalizado, apresenta problemas ergonômicos relacionados as posturas de trabalho e problemas de repetitividade decorrentes de sua natureza.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério do Trabalho e Emprego. **Anuário estatístico de Acidentes do Trabalho**. MTE, 2014.

Ministério do Trabalho e Emprego. **NR 17: Ergonomia**. Disponível em: <<http://portal.mte.gov.br>> Acesso em: 28 fev. 2014.

CRASTO, R. C. M. **Arquitetura e tecnologia em sistemas construtivos industrializados: LSF**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola de Minas. Universidade Federal de Ouro Preto. Ouro Preto. 2005.

FARINATTI, P. T. V. **Apresentação de uma versão em português do compêndio de atividades físicas: uma contribuição aos pesquisadores e profissionais em fisiologia do exercício**. Rev Bras Fisiol Exerc 2003;2:177-208.

FISHER, J.M.; BUETTNER, D.R., **Light & heavy industrial buildings**. American Institute of Steel Construction, INC. Chicago 2001.

FREITAS, A. M. S.; CRASTO, R. C. M. **Steel Framing: Arquitetura**. Rio de Janeiro: IBS/CBCA, 2006. (Série Manual da Construção em Aço).

GUÉRIN, F. et al. **Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia**. São Paulo: Edgard Blucher, 2001.

IIDA, I. **Ergonomia, projeto e produção**. São Paulo: Edgard Blücher, 2005.

OCCHIPINTI, E.; D. COLOMBINI. **Ocra method: a new procedure for analysing multiple repetitive tasks**. Conference Proceedings XIVV Congreso Nacional de Salud en el Trabajo , XI Congreso Latinoamericano de Salud Laboral, Leon Mexico, 10-12 Septiembre, 2009.

OLIVEIRA, J. D. A.; FONTES, A. R. M. **Aplicação da análise ergonômica do trabalho no posto de embalagem de uma microempresa do setor de brinquedos**. In XXXI Encontro nacional de engenharia de produção – ENEGEP. Belo Horizonte, MG. 2011.

POLETTO, A. R.; RAMPINELLI, M. M. **Análise ergonômica nos posto de trabalho na central de armação**. In XXXII Encontro nacional de engenharia de produção – ENEGEP. Bento Gonçalves, RS. 2012.

SMITH. L. K. **Cinesiologia Clínica de Brunnstrom**. Editora manole. Ed 5. São Paulo. 1997.

VIVAN, A. L. **Projetos para produção de residências unifamiliares em Light Steel Framing**. Dissertação de mestrado. UFSCar, 2011.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN CON ÉNFASIS EN LA GESTIÓN DE SEGURIDAD Y SALUD

AVALOS GALEANO, Abundio (1); BOGADO GONZALEZ MAYA, Jorge (2)

(1) Universidad Nacional de Itapúa, +59571207666, e-mail: abu.avalos@gmail.com, (2) Universidad Nacional de Itapúa, e-mail: jorgegmaya@gmail.com

RESUMEN

El trabajo consistió en implantar un sistema de seguridad y salud en una empresa constructora de la ciudad de Encarnación-Paraguay, la aplicación inicia con un estudio de la situación de la empresa en cuestión de seguridad y salud, comparando la metodología utilizada por los operarios de la empresa con la recomendada en textos afines como, reglamentos y manuales de España, Argentina, Brasil y Paraguay, formulando así un manual de seguridad y salud en la construcción, el cual contiene una metodología segura para el desarrollo de las actividades de los mismos y que servirá de fuente de información a los miembros de la empresa. La creación del plan de seguridad y salud es realizada acorde al entorno en el que debería ser aplicado y las limitaciones del mismo, tomando como base la legislación española. En el proceso de aplicación del plan de seguridad y salud se realiza la gestión de los riesgos como solicita la legislación mencionada, con el fin de verificar el nivel de exposición de los operarios de la empresa y definir una acción correctiva para la reducción de estos riesgos.

Palabra claves: Seguridad y salud, construcción, riesgo.

ABSTRACT

The aim of this work is to implement a health and safety management system in a construction company in the city of Encarnación-Paraguay. The application starts with a study of the situation of the company specifically related to health and safety issues, by comparing the methodology used by the workers of the company with the recommended regulations and users' guides from Spain, Argentina, Brazil and Paraguay, developing this way a safety and health guide to be followed in construction that involves a safe methodology for the development of these activities. This guide will be as a source of information for members of the company. The creation of the safety plan and health is realized according to the environment in which it should be applied and the limitations of the same one, taking like the Spanish legislation as basic. In the process of application of the safety plan and health the management of the risks is realized as it requests the mentioned legislation, in order to verify the level of exhibition of the workers of the company and to define a corrective action for the reduction of these risks.

Keywords: safety and health, construction, risk.

1 INTRODUCCIÓN

Según Serpell (1993, p. 13) “un análisis simple, permite identificar que todos los seres humanos son usuarios intensivos de productos de la construcción, además la construcción es una fuente importante de trabajo, ya que usa mano de obra en forma intensiva”.

La prevención de los riesgos laborales es un problema con el que la humanidad viene lidiando desde antaño, lo que motivo a lo largo de la historia una preocupación y un estudio de la misma. “Los accidentes y enfermedades que tienen lugar en el trabajo

afectan a tres áreas muy importantes, provocan daños: Al País, aumentando la población pasiva; a la Empresa, interrumpiendo la producción; al Trabajador, sufriendo pérdida de la capacidad física”, (FERNANDEZ, 2007, p.14).

Anteriormente este interés era nada más que por humanizar el trabajo, hoy día es posible notar que los accidentes provocan cuantiosos daños materiales y reducen la productividad de una empresa.

Una estrategia de prevención de riesgos de accidentes y enfermedades laborales podrá lograr mayor eficiencia en el uso de los materiales y las actividades de los operarios, permitiendo la reducción de costos y mejoras en la productividad.

La Organización Internacional del Trabajo (OIT) ha cifrado en 2,3 millones el número de personas que mueren cada año a nivel mundial a causa de accidentes y enfermedades relacionadas con el trabajo, con una media diaria de 860.000 accidentes laborales que se saldan con lesiones. El coste directo e indirecto de estos accidentes y enfermedades asciende a 2.800 millones de dólares (unos 2.120 millones de euros). (PREVENTIONWORLD, 2014).

En atención a tal circunstancia, asume relevancia la implementación de medidas preventivas en el sector de la construcción civil, por lo que es necesaria la gestión sobre seguridad y salud de la mano de obra.

Según exponen Falconi, Pacheco y Molina (2010) “Implantar un sistema de gestión de seguridad y salud laboral u ocupacional propicia las bases para minimizar los riesgos relevantes a salud, accidentes y otros por seguridad e higiene”.

2 SEGURIDAD Y SALUD LABORAL

La intención de la investigación fue la implementación de un sistema de gestión de seguridad y salud a una empresa constructora de la ciudad de Encarnación-Paraguay, por lo que fue imprescindible la obtención de su consentimiento para el desarrollo de la investigación y aplicación de acciones en el avance de sus actividades.

El apoyo de esta empresa consistió primordialmente en brindar acceso total a sus obras y a la oficina técnica, facilitando los datos necesarios para el desarrollo de la investigación, además de aceptar la implementación de la gestión de seguridad a sus actividades y colaborar en el proceso, aceptando las sugerencias de acciones correctivas en busca de la disminución de los riesgos a los cuales están expuestos los operarios en obra.

La investigación se inició con la observación del desarrollo de las actividades en una obra de la empresa estableciendo criterios en relación a la seguridad y salud. Posteriormente, se desarrolló un plan de seguridad en otra obra, a cargo de la misma empresa, con el fin de implementar un sistema de gestión de seguridad y salud.

La implementación del sistema de gestión fue posible con el desarrollo de un plan de seguridad que se remite a la Ley 31/1995 - Legislación Española- de Prevención de Riesgos Laborales que establece como acción preventiva la evaluación de los riesgos. A tal efecto se resalta que la investigación fue basada en la normativa española adecuando las disposiciones de esta a la realidad del medio donde se pretendía implementar este sistema, fueron también revisadas la normativa argentina, brasilera y la paraguaya, resaltando que esta última requiere una actualización. Al mismo tiempo fueron consideradas las limitaciones respecto al conocimiento y preparación de los operarios en cuestiones de seguridad y salud en el trabajo y la escasa o nula

inversión realizada en nuestro país con el fin de la prevención de los accidentes laborales.

3 METODOLOGIA

Considerando la envergadura de la investigación y atendiendo una tarea multidisciplinaria la tarea fue realizada por dos equipos, uno encargado del estudio de la Gestión de la Calidad y el Medio Ambiente basándose en las normas ISO 9001:2008 y la ISO 14001:2004 respectivamente, y el otro, encargado de la Gestión de la Seguridad y Salud basada en la norma OHSAS 18001:2007, ambos equipos tuvieron una participación activa para el desarrollo de la investigación

Juntos estos trabajos forman un sistema integrado de gestión, en este caso es abordado el sistema integrado de gestión con énfasis en la gestión de seguridad y salud

El desarrollo del plan se hizo posible con la observación y análisis de los procesos de construcción implementados, las herramientas utilizadas, las maquinarias y equipos auxiliares así como también el estado de los mismos, además de los equipos de protección con los cuales contaba la empresa, y la actitud de los componentes de la empresa en el proceso de investigación y en el desarrollo de sus actividades.

El plan formulado contiene límites determinados por lo que en este trabajo todo fue desarrollado apuntando a una obra de medio porte, la cual es común en la ciudad de Encarnación, donde está asentada la empresa constructora.

3.1 Gestión del riesgo.

La gestión de los riesgos es el componente fundamental del plan de seguridad, y por tanto se llevó a cabo una evaluación de los riesgos generados por las distintas actividades del proceso constructivo desarrollados por la empresa en la realización de la obra. La evaluación fue posible, mediante la observación e identificación de los peligros derivados de los procesos constructivos llevados a cabo en una obra similar a la estudiada, como la estimación de la probabilidad de que suceda el daño como consecuencia de la actividad peligrosa efectuada, considerando las herramientas utilizadas y el entorno en el cual se desenvuelven los operarios.

Determinadas las probabilidades de los eventuales riesgos y el daño que podrían generar, los datos fueron valorados a fin de determinar la acción que se debía asumir ante la presencia del riesgo, generando así las propuestas de acciones correctivas a asumir por la empresa para la reducción del riesgo a niveles tolerables, determinada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo como una actividad con consecuencias medianamente dañinas y con una probabilidad media de que suceda.

3.1.1 Evaluación De Riesgos.

La evaluación propiamente dicha es el conjunto de actividades requeridas para la aplicación de una gestión de riesgos, según la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales, requiere de los siguientes pasos:

3.1.1.1 Análisis de Riesgos.

Este análisis fue realizado en dos etapas fundamentales, combinando el trabajo de gabinete en la identificación de la metodología de los procesos constructivos con las observaciones efectuadas en el desarrollo de las mismas en la obra.

3.1.1.1.1 Identificación de Peligros.

La identificación de los peligros fue necesaria para realizar la evaluación inicial de los riesgos y la misma debió ser analizada en todos y cada uno de los puestos de trabajo. A tal efecto fueron consideradas las condiciones en las se encuentran los operarios al momento de la evaluación, las características del personal que ocupa el puesto estudiado y la posibilidad de su exposición a los riesgos derivados del peligro que provoca su tarea.

Cuadro 1 – Lista de verificación.

GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD - OBRA ESTANDAR.		CONSTRUCTORA			
IDENTIFICACION DE PELIGROS.		FECHA		INICIAL	
ACTIVIDAD		Encargado de la actividad	Condicion de la actividad	Peligro identificado	Tipo de peligro
N°					

Fuente: Creación propia

3.1.1.1.2 Estimación de Peligros.

Una vez identificados los peligros en obra se procedió a la evaluación de los mismos, con la ayuda de una planilla divulgada por el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo de España, con adaptaciones al entorno donde fue aplicado.

Cuadro 2 – Evaluación de riesgos Probabilidad/Consecuencias.

EVALUACION DEL RIESGO.			CONSTRUCTORA					
LISTA DE CONSIDERACION DE PELIGROS			FECHA		INICIAL			
N°	Actividad	Peligros	Probabilidad			Consecuencias		
			B	M	A	LD	D	ED

Fuente: Según el Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. (España)

3.1.1.2 Valoración del riesgo.

Determinada la probabilidad de que ocurra el accidente y definido el daño que podría producirse, estos datos fueron cruzados en la matriz de evaluación de riesgos, tal como lo determina la Ley 31/1995, con la que fue posible obtener el nivel del riesgo que genera cada actividad estudiada.

El cruce de información en la matriz fue realizado de la siguiente manera, primeramente se adoptó una actividad que ya contaba con la probabilidad y consecuencias bien determinadas, se ingresó la misma a la matriz de evaluación de riesgos con el dato de la probabilidad, recorriéndola hasta la ubicación de la consecuencia, obteniendo de dicho cruce el nivel del riesgo y valorando el mismo de la siguiente forma:

- 1- Riesgo Trivial (T) 2-Riesgo Tolerable (TO) 3-Riesgo Moderado (MO)

4-Riesgo Importante (I) 5-Riesgo Intolerable (IN)

Figura 1 – Matriz de Evaluación de riesgos

		Consecuencias		
		Ligeramente Dañino LD	Dañino D	Extremadamente Dañino ED
Probabilidad	Baja B	Riesgo trivial T	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO
	Media M	Riesgo tolerable TO	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I
	Alta A	Riesgo moderado MO	Riesgo importante I	Riesgo intolerable IN

Fuente: Instituto Nacional de Seguridad e Higiene del Trabajo. (España)

Para una mejor apreciación, dinamismo y prominencia de los resultados obtenidos del cruce anteriormente descrito, fue desarrollada una planilla que contiene las actividades, peligros y consecuencias, con el mismo formato de la planilla de identificación de peligros y las dos columnas de la planilla de estimación de riesgos, con una columna más la cual lleva una fórmula relacionando la columna de probabilidades y con la de nivel de riesgo entregando en la siguiente columna extra la valoración del riesgo de la actividad que fue estudiada con un código de color y una abreviatura del valor del riesgo, ajustado a la matriz de evaluación de riesgos determinada por la legislación española mencionada.

Cuadro 3 – Valoración por fase.

GESTION DE SEGURIDAD Y SALUD - OBRA ESTANDAR.		CONSTRUCTORA.....				
VALORACION DEL RIESGO.		FECHA		INICIAL		
				RUTINARIO		
N°	Actividad	Peligros	Consecuencias del peligro	Probabilidad que ocurra	Nivel de riesgo	Riesgos
1	Estudio de suelo para fundaciones	caída al mismo nivel	magulladuras, lesiones musculares, esguinces	M	LD	TO
		suelo resvaloso	golpes, magulladuras, lesiones musculares, lesiones articulares	B	LD	T

Fuente: Creación propia.

3.1.1.3 Acción ante el riesgo.

Una vez culminada la valoración y determinado el nivel de riesgo de la actividad en estudio, se debió decidir la acción que requería dicho nivel de riesgo encontrado, asumiendo lo expuesto en la Ley 31/1995 de Prevención de Riesgos Laborales.

3.1.1.4 Acción correctiva.

La acción correctiva necesaria fue determinada analizando el nivel de riesgo procedente en las actividades desarrolladas por los operarios, reduciendo primeramente el riesgo de aquellas actividades que presentaron riesgos intolerables, posteriormente los de carácter importante y por último los del nivel moderado.

Luego de la valoración de los riesgos fue nuevamente definida una metodología de trabajo con el fin de determinar la acción correctiva más eficiente para la reducción del nivel de riesgo, considerando que la eliminación del mismo es imposible, por el tipo de tareas desarrolladas en la industria de la construcción, pero si podemos reducir el daño que este podría provocar en caso de que sucediera y disminuir las probabilidades de que ocurran. Las acciones correctivas propuestas fueron:

Control Administrativo: Consiste en un control visual por parte del representante técnico o personal encargado de la seguridad en la zona de obra, con el fin de advertir algún peligro que pueda presentarse en alguna de las actividades realizadas.

Capacitación: Considerando la falta de preparación académica del personal y con lo observado en la zona de obra los operarios en la mayoría de los casos se exponen al peligro por desconocer sus consecuencias y los métodos o equipos de protección.

Utilización de Equipos de Protección Individual: Se propuso a la empresa la adquisición de equipos de protección individual para sus operarios.

Utilización de Equipos de Protección Colectiva: Se propuso a la empresa la utilización de equipos de protección colectiva, facilitando el costo de los mismos junto con las recomendaciones técnicas para su construcción e instalación.

Como resultado se obtuvo que temas tratar en las capacitaciones, el requerimiento de equipos de protección individual y colectiva y las actividades a las cuales el residente debía poner más atención para advertir peligros.

Cuadro 4 – Acción correctiva

Capacitacion	Equipos de Proteccion Individual	Equipos de Proteccion Colectiva	Control Administrativo
Manipulacion manual de carga	Golpes	Caidas a distinto nivel	Caida de objetos
Trabajo repetitivo	Caidas de objetos	Caidas de objetos	Desmoronamiento
Peligros que generan la herramientas	Peligros que generan las her.	Atrapamientos	
Trabajo en espacios reducidos	Descargas electricas	Caidas de objetos	
Caidas a distinto nivel	Quemaduras		
Enrredos			
Caidas de objetos			
Atrapamiento			
Desmoronamiento			
Exposicion a humos y/o polvos			
Descargas Electricas			

Fuente: Creación propia.

Para evitar rechazos y una mala utilización de los equipos de protección es necesario que la empresa constructora realice constantemente jornadas de capacitación y concienciación para informar a los operarios de las consecuencias de los riesgos ante los cuales están expuestos y generar una cultura de auto cuidado en los mismos. Se establece la necesidad imperiosa de desarrollar la capacidad y el adiestramiento para optimizar la Seguridad y Salud Ocupacional, a fin que se puedan localizar, evaluar, controlar y prevenir los riesgos laborales. (LEON, 2010, p. 2-3).

4 CAPACITACION

Fueron realizadas jornadas de capacitación a los empleados de la empresa, con respecto a los resultados de la valoración de los riesgos y las actividades que generaban peligro, ello por el simple hecho de desconocer el operario el eventual daño que se podría producir o el mecanismo para que el mismo pueda protegerse.

Las jornadas de capacitación se realizaron conforme al siguiente programa.

Cuadro 5 – Jornadas de Capacitación

Programa	Gestion de la seguridad y salud en las construcciones
Modulo	Seguridad y salud en las construcciones
Competencia	Conocer y aplicar normas de seguridad y salud en las construcciones
Metodologia	Taller didactico
Modulo 1	Legislación en cuestión de seguridad y salud. Selección y utilización de equipos de protección individual y colectiva
Modulo 2	Las "5 S". Orden y limpieza en las construcciones. Precauciones al utilizar equipos y herramientas.
Modulo 3	Seguridad en las construcciones en los distintos niveles. (caídas al mismo o a distinto nivel)
Modulo 4	Manipulación manual de cargas. Seguridad en las excavaciones.
Modulo 5	Medidas de precaución ante circuitos y conductores eléctricos.
Modulo 6	Señalización en obra. Primeros auxilios.

Fuente: Creación propia.

5 CONCLUSIONES OCONSIDERACIONES FINALES

El trabajo consistió en la Implementación de un Sistema Integrado con énfasis en la Gestión de Seguridad y Salud en una obra estándar, tal como fue establecido en el objetivo de la presente investigación.

Los resultados de la investigación fueron obtenidos mediante un análisis en la metodología utilizada por los operarios para la realización de los diferentes procedimientos constructivos en obra y la identificación de los riesgos a los cuales se encontraban expuestos cada uno de los operarios en atención a la actividad desarrollada. De esta forma se realizaron una serie de listas de verificación para cada labor efectuada en la obra, detectándose así varios peligros que ponían en riesgo al trabajador a medida que avanzaban los trabajos.

En base a los datos recogidos y tomando en consideración la lista de actividades del plan ejecutivo de una obra, se procedió a la aplicación de la gestión de riesgo para la realización de los procedimientos constructivos. Asimismo, se elaboró un plan de seguridad y salud para la obtención del control positivo de los peligros identificados en las distintas actividades, implementando a dicha constructora un sistema de seguridad.

El objetivo del plan fue brindar al equipo técnico de obra las herramientas de gestión necesarias para satisfacer las expectativas del cliente y reformar el entorno laboral de los operarios en materia de seguridad y salud en el trabajo, mejorando así también la imagen de la empresa. Se alentó a la línea de mandos a la prevención de riesgos estableciendo orientaciones respecto a la salud y seguridad ocupacional con el fin de prevenir, reducir, controlar y/o eliminar los peligros, para lo cual se debía integrar la prevención de riesgos laborales a los procedimientos de construcción en las distintas

etapas de ejecución de la obra para preservar la integridad física, mental y salud de los trabajadores sin dejar de cumplir con los requerimientos de costo y plazo del cliente.

Inicialmente la empresa no contaba con un material armonizado con el cual podría guiar a sus operarios o bien capacitarlos para el desarrollo seguro de sus actividades. Posterior al estudio de las actividades realizado y en comparación con normativas y manuales existentes se formula un “MANUAL DE SEGURIDAD Y SALUD EN LAS CONSTRUCCIONES”, en el cual fueron debidamente documentados los procesos constructivos, comúnmente desarrollados por los operarios de la empresa, en el manual además fueron incluidos acciones a realizar en caso de presentarse un accidente (primeros auxilios), y el proceso de tratamiento si se presentase una actividad que genere un riesgo no estimado para el trabajador. El manual será de gran utilidad para instruir al residente de obray que el mismo pueda guiar a sus operarios.

Junto al manual se concibe el “PLAN DE SEGURIDAD” basando el mismo en puntos descritos en la normativa española adecuándola al medio estudiado. Como resultado de la aplicación de este plan se concluyó que era necesaria la adopción de acciones correctivas para la reducción de los riesgos de los operarios. Dichas acciones consisten en la aplicación de un control más estricto sobre la distribución y reposición de equipos de protección individual, la utilización de los equipos de protección colectiva y por último la capacitación de los operarios. Durante el lapso de capacitación fue posible notar que los operarios tenían la intención de cumplir con sus actividades adecuadamente, pero carecían de los conocimientos para llevarlas a cabo de tal forma, pudiéndose percibir que posterior a las jornadas de capacitación los mismos ponían en práctica los puntos tratados.

En entrevistas realizadas a los socios gerentes, posteriores a la implementación del plan de seguridad y expuesto el manual ideado, los mismos resaltaron que la implementación del sistema de gestión fue positiva dentro de la organización.

Según lo expuesto por los entrevistados fue posible notar una modificación en la actitud del personal en la zona de obra ya que los mismos anteriormente no utilizaban los equipos de protección por iniciativa propia sino que por una exigencia de la directiva, posterior a la implantación del sistema de gestión de seguridad y salud, que incluía jornadas de capacitación para los trabajadores de la empresa, fue posible notar según los entrevistados, que en el desarrollo de las actividades de los trabajadores brindaban una atención diferente a la prevención de accidentes con la utilización de los equipos de protección.

Destacan además su satisfacción por los conocimientos adquiridos por parte de los operarios en las jornadas de capacitación, ya que tal circunstancia mejora el ambiente laboral, brindando además una imagen diferenciada en el mercado de la construcción. Consideraron que el material producido pasará a formar parte de la empresa para las mejoras en cuestiones de seguridad y salud en las posteriores obras a su cargo.

Un punto final a resaltar, es que tanto el manual de seguridad y salud en las construcciones y el modelo del plan de seguridad y salud es de libre acceso para cualquier empresa o profesional de la industria de la construcción que presente interés.

BIBLIOGRAFÍA

AENOR. OHSAS 18002:2008 Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo. (Directrices para la implementación) de OHSAS 18001:2007, España, AENOR, 2009, ISBN: 978-84-8143-621-1.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015– del 7 al 9 de Octubre –**SÃO CARLOS – SP**

LEON, Luís. Diseño de un modelo de gestión de seguridad y salud ocupacional con metodología Ohsas 18001:2007 en la empresa Eternit Ecuatoriana S.A. Trabajo de Titulación (Ingeniero Industrial y de Procesos). Quito, UTE. Universidad Tecnológica Equinoccial, 2010.

FERNÁNDEZ, R. Seguridad y Salud Laboral en la Construcción. Asunción, 2007.

PREVENTIONWORLD. Portal de internet. 26 de agosto de 2014. Disponible en: <<http://preventionworld.com/actualidad/noticias/numero-personas-fallecidas-cada-ano-accidentes-enfermedades-laborales-segun-oit>>. Acceso: 09 de Set 2014



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MARCO DE REFERENCIA EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO: COMPARACIÓN IBEROAMERICANA

MARTÍNEZ-AIRES, María D. (1); PELLICER, Eugenio (2); TEXEIRA, José C. (3) FORMOSO, Carlos Torres (4)

(1) Universidad de Granada (España), +34958246287, e-mail: aires@ugr.es (2) Universidad de Valencia (España), e-mail: pellicer@upv.es (3) University of Minho, e-mail: jct@civil.uminho.pt (Portugal) (4) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Brazil), e-mail: formoso@ufrgs

RESUMEN

La red temática CYTED (309RT0375) de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Industria de la Construcción ha contado con la participación de diferentes universidades de Brasil, Chile, Colombia, España, México, Portugal y Uruguay. Cada uno de estos países posee características propias y grandes diferencias estructurales que se reflejan en el Índice de Desarrollo Humano, Índice de Educación y la Tasa de Empleo, entre otros. No obstante, el sector de la construcción tiene una gran influencia en la economía del país, lo que queda reflejado en el empleo que genera y en la participación en el PIB. Por otro lado, la actividad laboral existente en este sector presenta unos riesgos específicos a los que están expuestos sus trabajadores. En este trabajo se muestra la evolución de la siniestralidad laboral, el marco normativo y los organismos encargados de la prevención de riesgos laborales en cada uno de los países, así como las distintas herramientas y los documentos que recogen las medidas de prevención y protección en el sector de la construcción. Por último, se destaca el problema que supone en algunos países la falta de criterios objetivos para la estandarización de equipos de protección colectiva e, incluso, de los individuales.

Palabras Claves: Seguridad y Salud, Marco Normativo, Iberoamérica, Riesgos Laborales.

ABSTRACT

The CYTED thematic network 309RT0375 on Management of Occupational Safety and Health in the Construction Industry has the participation of different universities from Brazil, Chile, Colombia, Spain, Mexico, Portugal and Uruguay. Clearly, each of these countries has its own characteristics and major structural differences that are reflected in the Human Development Index, the Education Index and the Employment Rate, among others. However, the construction industry has a major influence on the economy, which is reflected in the employment generated and the share of GDP. Furthermore, existing labor activity in this sector has specific risks to which workers are exposed. In this paper the evolution of workplace accidents, the regulatory framework, and the bodies responsible for the occupational risk prevention in each country are shown, as well as the different tools and documents containing the measures of risk prevention and protection in the construction industry. Finally, the problem in some countries is the lack of objective criteria for the standardization of collective protection equipment, and even individual equipment.

Keywords: Safety and Health, Regulatory Framework, Latin America, Occupational Risks

1 INTRODUCCIÓN

La red temática 309RT0375 de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo en la Industria de la Construcción, cuyo trabajo finalizó en 2014, ha contado con la participación de Brasil, Chile, Colombia, España, México, Portugal y Uruguay. Esta red

está promovida por CYTED (Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el desarrollo). Es evidente que cada uno de los países participantes en la red posee características propias que le diferencia del resto: la diversidad cultural, la legislación, las condiciones climáticas, la situación política, económica y social, los principales sectores de actividad laboral etc., que tienen una influencia directa sobre la Seguridad y Salud en el Trabajo (en adelante SST).

El *Índice de Desarrollo Humano* -en lo que sigue, IDH-, es calculado anualmente por la ONU y establece la posición de cada país en el ranking de los países que se analizan. Para calcular el IDH de un país se determinan tres componentes básicas de su sociedad: la existencia, o no, de una vida larga y saludable para su población, la extensión, o no, de la Educación a todas las personas, independientemente de sus edades, y la existencia, o no, de un nivel de vida digno para cada ciudadano o ciudadana (ONU 2013). El estudio del IDH de cada país posibilita hacer aproximaciones al conocimiento del promedio de sus avances sociales y bienestar general. En el último Informe sobre Desarrollo Humano (ONU 2013) se estudian los IDH de 186 países, entre los que se encuentran todos los países de la Red. Después, son agrupados en cuatro categorías según sea su desarrollo humano (IDH muy alto, alto, medio y bajo), la Tablas 1 muestra la posición de los países de la Red en el ranking.

Tabla 1 – Posición de los países de la Red en el ranking de 186 países según el IDH

Nº en el ranking según el IDH de los 186 países analizados	Desarrollo humano muy alto	Desarrollo humano alto
23	España	
40	Chile	
43	Portugal	
51		Uruguay
61		México
85		Brasil
91		Colombia

Fuente: Informe sobre Desarrollo Humano (ONU 2013)

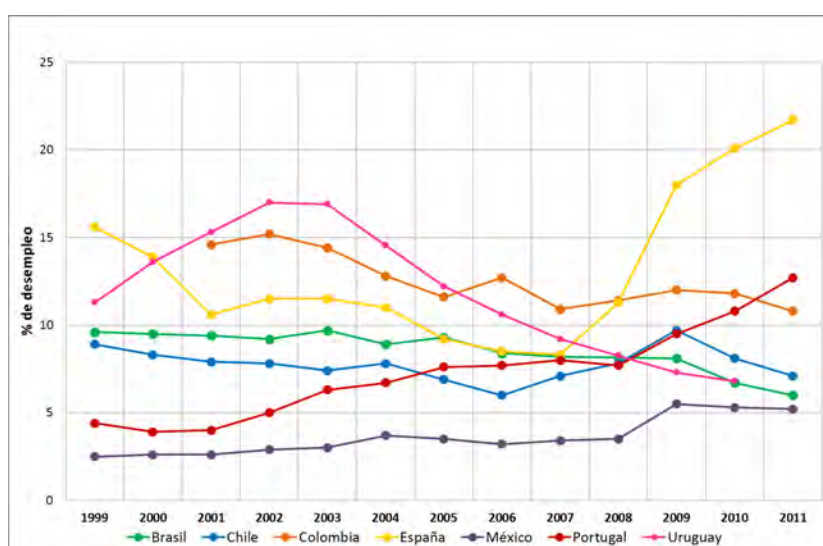
Un componente importante, es el Índice de Educación. Dicho Índice ha ido aumentando, considerablemente, desde 1980 en todos los países de la Red. Si lo tomamos como primer año de referencia, el crecimiento es el siguiente: Brasil, un 22%; Chile, un 13%; Colombia, un 19%; México, un 20%; Portugal, un 17%; España, un 25%; y Uruguay, un 12%. En principio, cabría suponer que la población de quienes trabajan en el sector de la construcción se distribuye normalmente entre la población total de su país y que, por tanto, su nivel de formación les aleja del analfabetismo. Sin embargo, se sabe que realmente no es así ya que en este sector de producción se integran personas a las que, en general, se les exige muy poca cualificación educativa. El impacto del nivel educativo en la siniestralidad laboral en la construcción, así como en otros sectores de producción, es muy fuerte (Landeweerd et al. 1990; Spangenberg et al. 2003; Schindler et al. 2011).

Fundamentalmente, se debe a la inexistencia de aquellos conocimientos, destrezas y actitudes que se alcanzan en la educación formal de cualquier persona. Al igual que en cualquier entorno de trabajo, la existencia de trabajadores analfabetos es un obstáculo en las obras del sector de la construcción y a que en cuantas actividades formativas se

organicen -tales como cursos de formación, implantación de programas de mejora basados en sugerencias de los empleados, la normalización de los procedimientos etc., necesarias para la ejecución de una obra- se ven imposibilitadas por las carencias formativas de las personas analfabetas. Se llega incluso a observar que existen problemas de comunicación a la hora de hacerles llegar las instrucciones necesarias en cada fase de la ejecución de una obra.

La Organización Internacional del Trabajo, OIT, dispone de los datos de personas desempleadas desde 1999 (Fig. 1). Vemos que España y Portugal son los países con la tasa de desempleo más elevada; además, son los únicos países de la Red con aumento de dicha tasa en los dos últimos años.

Figura 1 – Evolución de la Tasa de desempleo (%)



Fuente: ILOSTAT (2013)

La OIT ha presentado un Informe sobre el Trabajo en el Mundo (ILO 2012) en el que figuran proyecciones globales de empleo para los próximos años y se indican medidas alternativas a la austeridad fiscal y a las reformas mal concebidas del mercado laboral. Una de las conclusiones del Informe es que, si bien el crecimiento económico se ha reactivado en algunas regiones, la situación global del empleo es extremadamente alarmante y no da señales de recuperación en un futuro próximo.

Según dicho informe, la tasa de empleo y la incidencia del empleo no estándar junto con la situación de los países de la Red, los clasifica en cuatro categorías:

Categoría 1: Crece la tasa de empleo y decrece la incidencia del empleo no estándar. En esta categoría se encuentran Brasil, Chile y Uruguay.

Categoría 2: Crece la tasa de empleo y crece la incidencia del empleo no estándar. En esta categoría se encuentra Colombia.

Categoría 3: Decrece la tasa de empleo y decrece la incidencia del empleo no estándar. En esta categoría se encuentra España.

Categoría 4: Decrece la tasa de empleo y crece la incidencia del empleo no estándar. En esta categoría se encuentran México y Portugal.

2 EL SECTOR DE LA CONSTRUCCIÓN EN LOS PAÍSES DE LA RED

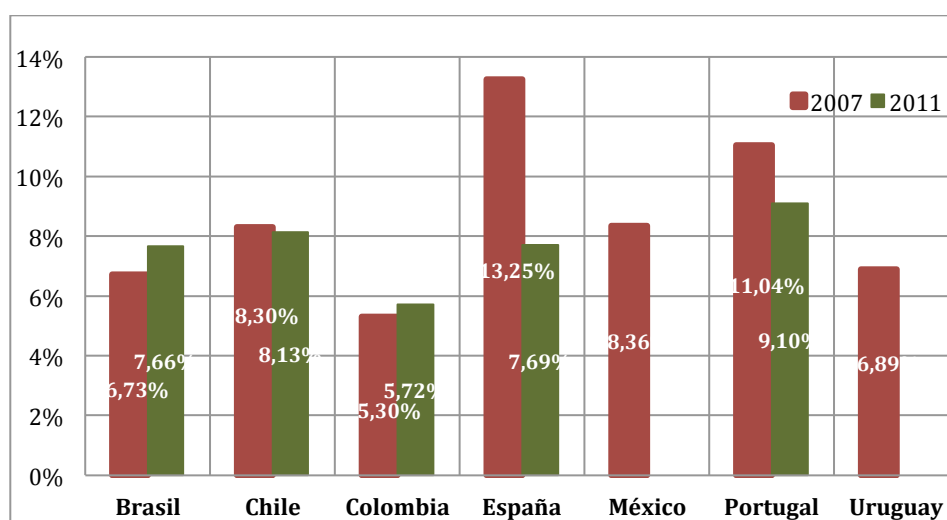
El sector de la construcción tiene una gran influencia en la economía de cualquier país, no sólo por la generación de empleo directo e indirecto que provoca sino por lo que supone de estímulo económico en la industria que suministra los materiales que cualquier construcción necesita. Esto implica la existencia de una importante relación con el PIB de cada nación. En la Tabla 2 se muestra dicha relación, así como su evolución, desde el año 2007 hasta 2013, expresando el porcentaje aproximado de participación que tiene el sector de la construcción en el PIB de cada país de la Red. Obsérvese que en los dos países europeos de la Red el porcentaje es mucho mayor que el correspondiente a los países latino americanos. Estos datos son consistentes con los patrones identificados por Bon y Crosthwaite (2000), que muestran que el sector de la construcción tiende a aumentar su importancia a medida que aumenta el nivel de desarrollo de cada país. De hecho, tanto en Portugal como en España, así como en otros países europeos recientemente incorporados a la UE, la industria ligada a la construcción y la construcción misma, tienen una gran importancia en su economía. No sucede así en los países que presentan un estado más avanzado de su sector Industrial, como Alemania, Japón y los Países Bajos, en los cuales el porcentaje que supone la construcción en el PIB tiende a disminuir. Por otro lado, es menor el porcentaje proveniente del sector de la construcción para la determinación del PIB en los países latinoamericanos.

Tabla 2 – Participación del sector de la construcción en el PIB (%)

AÑO	Brasil	Colombia	España	México	Portugal	Chile	Uruguay
2007	4,9%	6,40%	12,40%	6,56%	6,2%	--	5,73%
2008	4,9%	7,00%	12,50%	6,68%	5,9%	7,34%	5,74%
2009	5,1%	7,70%	12,10%	6,59%	5,4%	7,20%	5,50%
2010	--	7,20%	10,90%	6,22%	5,0%	6,74%	5,24%
2011	--	7,50%	10,50%	6,26%	4,6%	7,05%	5,28%

Fuente: (IBGE, 2013; DANE, 2013; INE-España 2013; INEGI, 2013; Banco Central, 2013; INE-Portugal; INE-Uruguay, 2013)

Figura 2 – Empleo total en el sector de la construcción - Sin ajuste estacional



Fuente: ILO (2013)

Tal como se ha comentado en los párrafos anteriores, el sector de la construcción constituye uno de los sectores productivos de gran importancia en todos los países de la Red. Esta importancia no se deriva únicamente de su participación en el PIB, sino que también se debe al empleo directo e indirecto que genera. En la Figura 2 se observa que, durante los años del llamado boom inmobiliario, en España y Portugal ha habido un elevado porcentaje de mano de obra en el sector de la construcción (en 2007 se situó por encima del 11%). Analizando los datos de empleo en España desde el año 2000 que suministra el INE (INE-España 2013), la mano de obra ocupada en el sector de la construcción presentó su mínimo en el año 2012, un 6,86%. Por otro lado, se puede comprobar que Brasil y Colombia presentan un aumento del número de personas empleadas en obras de construcción, mientras en Chile ha habido un pequeño descenso. La ILO no dispone datos de 2011 de Uruguay y México.

3 SINIESTRALIDAD LABORAL EN LOS PAÍSES DE LA RED

La actividad laboral existente en el sector de la construcción presenta unos riesgos específicos a los que están expuestos sus trabajadores. Todos los países muestran una sensibilización especial para disminuir en lo posible la siniestralidad laboral. Sin embargo, suele existir un gran desconocimiento, parcial o total, de la tasa de lesiones profesionales mortales en cualquier país, lo cual hace que este sea un problema a nivel mundial. Además de la falta de datos internacionales, hay que destacar que no existen unos criterios generales que marquen las directrices para que los datos de siniestralidad recopilados de los distintos países puedan ser contrastados.

Son muchos los factores que influyen en los datos que se suministran de accidentes laborales. Por ejemplo, en cada país varía la fuente que los suministran; en unos se incluyen las enfermedades profesionales, y en otros no; otro tanto sucede con los accidentes in itinere; etc. Distintos estudios (Celeste y Elaine 2004; Carlos 2009, Martínez-Aires *et al.* 2010) destacan el problema de esta falta de criterios generales y universales para obtener estadísticas que permitan comparar la siniestralidad de distintos países. En la Unión Europea existen diferencias significativas en la presentación de informes y en los procedimientos de registro de accidentes de trabajo en los diferentes países que la integran. Estas diferencias se reflejan en las bases de datos utilizadas para el análisis estadístico de los accidentes de trabajo. El proyecto de armonización de las Estadísticas Europeas de Accidentes de Trabajo (EEAT) se inició en 1990. Su objetivo es estandarizar, a nivel europeo, los criterios y la metodología que deben aplicarse para el registro de la información relativa a los accidentes de trabajo (EUROSTAT 2001). Como resultado de este esfuerzo, desde 1994, EUROSTAT ha sido capaz de hacer estudios estadísticos comparativos de los accidentes de trabajo en la Unión Europea.

En el estudio realizado por Carlos (2009) sobre Análisis del Sistema de Recopilación y Reporte de Lesiones Profesionales Mortales de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) en los países de América Latina y el Caribe, se reitera la misma falta de homogenización en la definición de tasas de lesiones profesionales mortales de parte de los sistemas de registro y notificación. Por ejemplo, una lesión profesional mortal quedará registrada como tal si el período transcurrido entre el momento del accidente y la muerte de la víctima no rebasa de una cantidad de tiempo determinada. Por otra parte, la ausencia de datos fiables y sistematizados de este indicador en América Latina y el Caribe (ALC) constituye un problema económico-social.

En las Figuras 3 y 4 se presentan los últimos datos armonizados de accidentes totales y mortales durante 2008 proporcionados por la OIT. Como se observa, no aparecen datos

de Colombia y Uruguay. Así mismo, se puede apreciar cómo España y Chile tienen tasas muy elevadas de accidentes no mortales y que Brasil es el país que presenta menor tasa de siniestralidad laboral. No obstante, conviene tener en cuenta que estos datos tienen una relación directa con los sistemas de declaración del accidente. Por ejemplo, en Brasil sólo se contemplan datos del 27,1% de los trabajadores, mientras que en el caso de España este valor se eleva al 85,3% y en el de Chile al 47,4%. En suma, a la vista de los comentarios anteriores, no es posible establecer una comparación de la siniestralidad laboral existente entre los países de la Red.

Figura 3 – Tasa de lesiones mortales por cada 100000 trabajadores en 2008

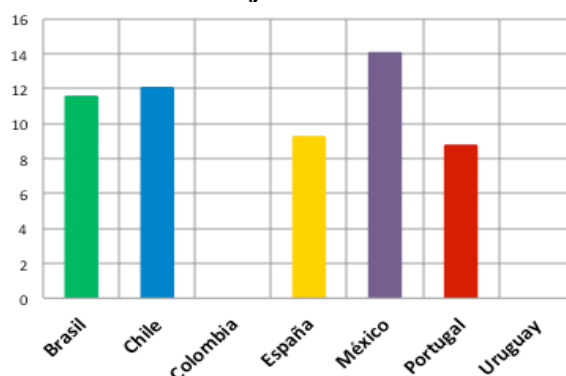
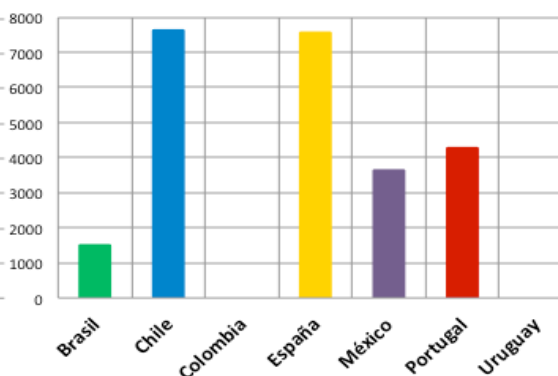


Figura 4 – Tasa de lesiones totales por cada 100000 trabajadores en 2008



Fuente: ILOSTAT (2013)

4 COMPARATIVA DE LA ORGANIZACIÓN DE LA PREVENCIÓN DE RIESGOS LABORALES

En la Tabla 3 se muestra la existencia, o no, de distintas herramientas para la Prevención de Riesgos Laborales en todos los sectores empresariales. Se observa que, de forma general, las empresas deben tener un documento relacionado con la Prevención de Riesgos Laborales. Igualmente pasa con la evolución de riesgos y la formación del trabajador. Uruguay es el único país en el cual el empresario no tiene obligación de formar a los trabajadores. Esta mayoría desaparece en lo relativo a la obligación empresarial de disponer de una organización preventiva.

Tabla 3 – Herramientas para la Prevención de Riesgos Laborales

	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	ESPAÑA	MÉXICO	PORTUGAL	URUGUAY
La empresa está obligada a redactar algún documento relacionado con la Prevención de Riesgos Laborales	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
La empresa está obligada de realizar una Evaluación de Riesgos en los centros de trabajo	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Existe la obligación de proporcionar formación a los trabajadores sobre los Riesgos Laborales	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Red
Existe la obligación empresarial de disponer de una organización preventiva	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red
Existe alguna modalidad/es de organización empresarial	Green	Green	Red	Green	Red	Green	Green

Fuente: Elaboración propia



Por último, se ha planteado el problema que supone en algunos países la falta de criterios objetivos para la estandarización de equipos de protección colectiva e, incluso, de los individuales. En la Tabla 4 se observa la situación de cada país de la Red.

Tabla 4 – Existencia, o no, de organismos de normalización y certificación en los países de la Red

	BRASIL	CHILE	COLOMBIA	ESPAÑA	MÉXICO	PORTUGAL	URUGUAY
¿Existe algún organismo de Normalización?	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
¿Existe la certificación de equipos de protección individual?	Green	Green	Red	Green	Green	Green	Red
¿Existe la certificación de equipos de protección colectiva?	Red	Green	Red	Green	Green	Green	Red

Fuente: Elaboración propia



5 CONCLUSIONES

A pesar de las grandes diferencias estructurales de los países que forman la Red, en este capítulo queda patente que también existen características comunes. Queda patente la preocupación de todos los países por la siniestralidad laboral. Esto se refleja en el desarrollo de legislación y la creación de organismos encargados de la Prevención de Riesgos Laborales. Si es cierto, que hay países que van a la cabeza en este tema, como son los países de Europa (España y Portugal) empujados por las normativas europeas. También en este grupo podemos englobar a Brasil y Chile que en los últimos años han disminuido los datos de siniestralidad. México, desde 2007 presenta datos alentadores, aunque fluctuantes; a pesar de ello, están lejos de las elevadas tasas previas para ese año. Colombia está realizando un gran esfuerzo para disminuir los datos aún crecientes de accidentes laborales. Por último, la falta de datos oficiales de Uruguay impide realizar un diagnóstico de la siniestralidad laboral en su sector de la construcción.

REFERENCIAS

- Banco Central Chile. "[Página web del Banco Central de Chile]." <<http://www.bcentral.cl/index.asp>> (Mayo 12, 2013).
- Bon, R., y Crosthwaite, D. (2000). "The future of international construction." Thomas Telford, London.
- Carlos, S. (2009). "Análisis del Sistema de Recopilación y Reporte de Lesiones Profesionales Mortales de la Organización Internacional del Trabajo." Ciencia & Trabajo, 11(31), 32-36.
- Celeste, J., y Elaine, A. (2004). "A survey on occupational accidents' reporting and registration systems in the European Union." Safety Science, 42(10), 933-960.
- DANE. (2013). "[Página web del Departamento Administrativo Nacional de Estadística]." Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), <<http://www.dane.gov.co/>> (Mayo 12, 2013).

- European Commission. (2001). "Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. Employment and social policies: a framework for investing in quality. Brussels, 20.6.2001." <http://europa.eu.int/comm/employment_social> (Mayo 15, 2013).
- EUROSTAT. (2001). "Estadísticas europeas de accidentes de trabajo." Metodología. DG Empleo y Asuntos Sociales.
- IBGE. (2013). "Pesquisa Mensal de Emprego." Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisas/pme/default.asp?o=20&i=P#deac>> (Mar. 12, 2013).
- ILO. (2012). "World of Work Report 2012 'Better Jobs for a Better Economy.'" International Labour Organization, <http://www.ilo.org/global/publications/books/WCMS_179453/lang--en/index.htm> (May, 13, 2013).
- ILO. (2013). "ILO database of labour statistics." International Labour Organization, <<http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang--en/index.htm>> (May, 23, 2013).
- ILOSTAT. (2013). "Database of labour statistics." ILOSTAT, <<http://www.ilo.org/global/statistics-and-databases/lang--en/index.htm>> (May. 3, 2013).
- INE-España. (2013). "[Página web del INE-España]." Instituto Nacional de Estadísticas de España, <<http://www.ine.es/>> (Feb. 17, 2013).
- INE-Portugal. (2013). "[Página web del INE-Portugal]." Portal do Instituto Nacional de Estatística Empresas en Portugal – Perfil das Sociedades 2011, <<https://www.ine.pt/>> (May, 2013).
- INE-Uruguay. (2013). "[Página web del INE-Uruguay]." Instituto Nacional de Estadísticas de Uruguay, <www.ine.gub.uy/> (Jun. 25, 2013).
- INEGI. (2013). "[Página web del INEGI]." Instituto Nacional de Estadística y Geografía. <www.inegi.org.mx> (Jul. 15, 2013).
- Landeweerd, J. A., Urlings, I. J. M., De Jong, A. H. J., Nijhuis, F. J. N., y Bouter, L. M. (1990). "Risk taking tendency among construction workers." *Journal of Occupational Accidents*, 11(3), 183-196.
- Martinez-Aires, M.D., Rubio Gámez, M. C., y Gibb, A. (2010). "Prevention through design: the effect of European Directives on construction workplace accidents." *Safety Science*, 48(2), 248-258.
- ONU. (2013). "Informe sobre Desarrollo Humano." Organização das Nações Unidas, <<http://hdr.undp.org/es/desarrollohumano/>> (May. 30, 2013).
- Schindler, S., Weiss, F., y Hubert, T. (2011). „Explaining the class gap in training: the role of employment relations and job characteristics." *International Journal of Lifelong Education*, 30(2), 213-232.
- Spangenberg, S., Baarts, C., Dyreborg, J., Jensen, L., Kines, P., y Mikkelsen, K. L. (2003). "Factors contributing to the differences in work related injury rates between Danish and Swedish construction workers." *Safety Science*, 41(6), 517-530.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a todos los miembros de la red temática CYTED 309RT0375 su entusiasmo, participación y colaboración en todas las actividades realizadas que han permitido la elaboración del presente artículo.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

OPTIMISING THE ELEMENTS OF A CONSTRUCTION HEALTH AND SAFETY (H&S) PROGRAMME AND AUDIT SYSTEM

SMALLWOOD, John (1)

(1) Nelson Mandela Metropolitan University, +27 41 504 2790, e-mail:
john.smallwood@nmmu.ac.za

ABSTRACT

The Master Builders South Africa (MBSA) are reviewing the elements of their national H&S Audit System. Anecdotal evidence and the findings of audits indicates that there should be more focus on risk management and hazard identification and risk assessment. 2013 and 2014 Regional H&S competition award winners were surveyed using a self-administered questionnaire delivered per e-mail to determine perceptions relative to H&S issues and the management of the construction process and activities in general. The salient findings include: hazard identification and risk assessment (HIRA), and risk management are critical; worker participation, H&S education, H&S training, construction H&S management competencies, supervision, management, and construction management competencies are important, and are all predictors of H&S performance, which manifests itself in the physical state of H&S, and 50 / 52 (96.2%) of aspects / interventions / stakeholders contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award. Emphasis should be placed on HIRA assessment, and risk management. Auditing should focus on predictors of H&S performance such as H&S practitioners, hazard identification and risk assessment, and interventions that contribute to a 'healthy' H&S culture, and which result in a 'healthy' H&S climate such as management commitment, supervision, and worker participation, and ultimately lean construction.

Keywords: *audit, competition, construction, health and safety.*

RESUMO

O Master Builders South Africa (MBSA) está analisando os elementos do seu Sistema de Auditoria Nacional de H&S. A evidência e os achados das auditorias indicam que é preciso mais foco na gestão de riscos, identificação de perigos e avaliação de riscos. Nas concorrências de H&S (Saúde e Segurança) Regionais de 2013 e 2014, os vencedores premiados foram analisados utilizando um questionário auto-administrado fornecido por e-mail para determinar as percepções em relação a questões de H&S e a gerência do processo de construção e atividades em geral. Os achados em destaque incluem: Saúde e Segurança e a avaliação de riscos (HIRA) e a gerência de risco são críticas; participação de trabalhadores, educação em Saúde e Segurança (H&S), treino em Saúde e Segurança (H&S), competência na gerência de Saúde e Segurança na construção, supervisão, gerência, e competência na gerência da construção é importante e todos são fatores primários no desempenho de Saúde e Segurança (H&S), que se manifesta-se em si próprio no estado físico de Saúde e Segurança (H&S) e 50/52 (96.2%) dos aspectos/intervenções/partes interessadas contribuíram para organizações respondentes terem alcançado um prêmio na competição de Saúde e Segurança (H&S). A ênfase deve de ser posta na avaliação de risco (HIRA) e na gerência de risco. A auditoria deve focar nos preditores do desempenho de Saúde e Segurança (H&S) tais como profissionais de Saúde e Segurança (H&S), identificação do perigo e avaliação de riscos, e intervenções que contribuem para uma "saúdável" cultura de Saúde e Segurança, a qual resulta num clima "saúdável" de Saúde e Segurança (H&S) tal como compromisso de gerência, supervisão, participação de trabalhadores, e por fim numa construção magra.

Palavras-chave: auditoria, competição, construção, Saúde e Segurança (H&S).

1 INTRODUCTION

The Master Builders South Africa (MBSA) has a national H&S Audit System, which is used to assess contractors in terms of H&S performance, either during initial, general, H&S star grading, or H&S competition assessments. The rationale for the study reported on is that the author was approached to assist with respect to the review in terms of research to identify where the focus of such an H&S Audit System should be, the reason being that although audits focus on the physical aspects of construction, there is concern that there is too much focus on administration. Furthermore, anecdotal evidence, the findings of audits, and various research studies indicate that there should be more focus on risk management and hazard identification and risk assessment.

There is a total of 918 possible points across nineteen elements in the current H&S Audit System. ‘Administrative and Legal Requirements’ entails a possible 156 points, which equates to 17% of the total possible points. Then, although it is a very important aspect of an H&S programme, ‘Education, Training and Promotion’ only entails a possible 25 points, which equates to 0.3% of the total possible points. Then, in terms of risk being mentioned *per se* there are a possible: 5 points relative to ‘CR 7: Hazard Identification and Risk Assessments’; 3 points relative to ‘CR 27: Fire Precautions’, and 2 points relative to ‘Mobile Cranes’. Furthermore, in terms of indirect or implicit reference to risk being mentioned there is / are a possible: 1 point relative to ‘Ergonomics’; 1 point relative to ‘Noise’, and 4 points relative to ‘Site vehicles’ (Pre-ignition checks).

Given the aforementioned, a study ‘Optimising the Elements of a Construction Health and Safety (H&S) Programme and Audit System’ was conducted, the objectives of the study being to determine the:

- Perceived importance of eleven aspects of an H&S programme as posed to respondents;
- Perceived extent to which aspects / interventions / stakeholders contributed to respondents’ organisations achieving an H&S competition award, and
- Perceptions relative to H&S issues and the management of the construction process and activities in general.

2 REVIEW OF THE LITERATURE

2.1 Causes of poor health and safety performance

According to the Construction Industry Development Board (cidb) (2009), poor construction H&S performance at organisational and site level is attributable to a lack of management commitment, inadequate supervision, and inadequate or a lack of H&S training. Furthermore, poor performance is also contributed to by a lack of workers’ involvement, personal risk appreciation, and work pressure. Peterson, Reynolds and Ng (2008) in turn contend that the high accident rate of the construction industry is a result of the poor attitude of construction professionals as well as their lack of knowledge with regards to H&S and risk management practices. The aforementioned highlight the importance of H&S education and training and risk assessment.

2.2 Improving health and safety

Management and leadership at all levels are crucial to improve construction H&S in South Africa (cidb, 2009). The cidb (2009) also states that H&S relevant education and training, or lack thereof, at all levels, has a major impact on construction H&S. At the tertiary level, not all construction related programmes in South Africa include H&S within their curricula. At the site level, studies suggest that about 18% of site supervisors and about 33% of site workers have not received any H&S training. Clearly, attention needs to be given to improve on-site supervision and H&S education and training in order to realise an improvement in construction H&S. A study conducted by Dejus and Antucheviciene (2013), which determined that education and training of construction workers is the main area of focus to mitigate the risk of H&S risk occurrence, underscores the aforementioned contention.

The role of training and awareness is further highlighted by a United Kingdom (UK) construction company, namely Frank Haslam Milan (FHm). Although they had an above average H&S record in 2002, they achieved their goal of zero accidents through a training and awareness initiative involving its employees (Pollitt, 2006). According to the Human Resources Manager, Irene Liddle, they realised they had to raise H&S awareness throughout the company and ensure that everyone, from director to subcontractor, was highly competent in general H&S issues. Furthermore, the fact that employees are increasingly contributing their own ideas to improve H&S as a result thereof, as opposed to simply following management's H&S instructions, amplifies the value of worker participation in H&S (Pollitt, 2006).

The London 2012 Olympic Park site in east London constituted a major challenge and amplified the need for client leadership as the workforce peaked at 12 000 and a total of 30 000 people will have worked on the project through its lifetime. However, through careful planning, implementation of strategies with a proven track record and clear leadership, the Olympic Delivery Authority (ODA) managed to achieve an accident frequency rate comparable to the average for all British employment, significantly better than the construction sector. The H&S programme included five key elements. Safety – clear policies, risk assessments, method statements, common standards, visual standards, daily activity briefings. Health – pre-employment medical checks, prevention programme, assessment and control, health surveillance, training, emergency response. Well-being – advice, well man / woman clinics, good food strategy, campaigns, sexual health clinics, partnerships. Competence – induction, training, supervisor academy, briefings, apprenticeships, checks and records. Culture – leadership, action plans, near-miss reporting, communications, reward and recognition, climate tool.

The role of management commitment is well documented in the literature. According to the Health & Safety Executive (HSE) (2002), it has been proven that well-managed companies achieve high H&S standards because it is an integral part of the management task. Strong, visible management commitment is crucial for good H&S performance. However, although including H&S at the top of board meeting agendas is important, directors and senior managers need to reflect the importance of H&S through their behaviour in addition to what they say. A key management task is communication – specifically communicating the organisation's H&S goals clearly to all employees. Furthermore, the HSE believes that H&S should be integrated with the other training that workers receive as doing so communicates that H&S is an integral aspect of all tasks. The HSE also refers to risks and states that some major projects now operate a risk register, where all the risks are set out and quantified along with the steps taken to

mitigate them and questions whether the use of risk registers should be developed further.

A number of recommendations arose from a study conducted among general contractors in Kwazulu-Natal, a province of South Africa (Othman, 2012): contractors should be more proactive in terms of implementing H&S plans through the integration of H&S procedures into the overall management of projects; contractors must ensure that their labour force is properly trained for their specific tasks; contractors should continuously brief their labour force to maintain proper H&S procedures through repetitive teaching, and contractors should appoint H&S Officers to continuously identify and evaluate the shortcomings of their H&S plans, implement novel solutions, ensure compliance with H&S regulations, and provide the necessary H&S induction. It should be noted that the appointment of H&S Officers is a requirement in terms of the South African Construction Regulations.

3 RESEARCH

3.1 Research method

The 2013 and 2014 Kwazulu-Natal Master Builders Association (KZNMBA) competition award winners were initially surveyed, then the Master Builders Association Western Cape (MBAWC) competition award winners, and then the 2013 East Cape Master Builders Association (ECMBA) competition award winners, using a self-administered questionnaire delivered per e-mail. A total of eleven (11) responses were included in the analysis of the data – seven (7) KZNMBA, two (2) MBAWC, and two (2) ECMBA.

3.2 Research findings

Table 8 indicates the importance of eleven aspects of an H&S programme in terms of achieving optimum H&S in respondents' organisations on a scale of 1 (not important) to 5 (very important), and a MS ranging between 1.00 and 5.00. It is notable that all the MSs are above the midpoint score of 3.00, which indicates that in general the respondents perceive the aspects as important in terms of achieving optimum H&S in their organisations. However, given that all the MSs $> 4.20 \leq 5.00$, the respondents can be deemed to perceive them to be between more than important to very important / very important. It is notable that hazard identification and risk assessment, and risk management are ranked joint first with a MS of 5.00, followed closely by administration and legal requirements. The latter in turn is followed closely by a cluster of five aspects ranked joint fourth with a MS of 4.82. It is notable that administration and legal requirements is ranked marginally ahead of physical aspects (MS = 4.82), as the prevailing contention in industry is that the physical aspects are more important. Then, whereas worker participation, one of the 'two pillars of an H&S programme', is ranked joint fourth with a MS of 4.82, the other pillar, management is ranked tenth with a MS of 4.64. Supervision is ranked marginally ahead of management with a MS of 4.73. This reflects the reality on site, namely that supervisors supervise the physical construction activities. H&S education, H&S training, and construction H&S management competencies were also ranked joint fourth (MS = 4.82), whereas construction management competencies is ranked eleventh with a MS of 4.45. In essence, all the aspects achieved high MSs.

Table 8 - Degree of importance of aspects of an H&S programme in terms of achieving optimum H&S in respondents' organisations

Aspect	Response (%)						MS	Rank
	Un sure	Not.....V ery						
		1	2	3	4	5		
Hazard identification and risk assessment	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	5.00	1=
Risk management	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	100.0	5.00	1=
Administration and legal requirements	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	90.9	4.91	3
Physical aspects	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	4=
Worker participation	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	4=
H&S education	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	4=
H&S training	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	4=
Construction H&S management competencies	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	4=
Supervision	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	72.7	4.73	9
Management	0.0	0.0	0.0	0.0	36.4	63.6	4.64	10
Construction management competencies	0.0	0.0	0.0	0.0	54.5	45.5	4.45	11

Table 9 indicates the extent to which aspects / interventions / stakeholders contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award on a scale of did not and between 1 (minor) to 5 (major), and a MS ranging between 0.00 and 5.00. It is significant that 50 / 52 (96.2%) of the MSs are above the midpoint score of 2.50, which indicates that the aspects / interventions / stakeholders can be deemed to have contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award.

It is notable that 36 / 52 (69.2%) of the MSs are $> 4.17 \leq 5.00$, which indicates the aspects / interventions / stakeholders contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award between a near major extent to a major extent / major extent. Six interventions / stakeholders are ranked joint first with a MS of 4.82: H&S Coordinator / Manager; H&S Officer; hazard identification and risk assessment; H&S induction; H&S training, and toolbox talks. These are followed by joint seventh ranked H&S management system (H&SMS) and H&S education (MS = 4.73) and joint ninth ranked focus on H&S and H&S awareness (MS = 4.64). The aforementioned constitute the top ten. Other notable aspects / interventions / stakeholders within this upper range ($> 4.17 \leq 5.00$) are H&S culture, H&S Representatives, safe work procedures (SWPs), H&S measurement, allocation of financial resources to H&S, H&S plans, first line supervision, site management, H&S goal setting, management commitment to H&S, integration of H&S into all activities / tasks, management involvement in H&S, Quality Management System (QMS), management accountability for H&S, and worker participation.

The aspects / interventions / stakeholders ranked thirty-seventh (37th) to forty-sixth (46th) have MSs $> 3.33 \leq 4.17$, which indicates they can be deemed to have contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award between some

extent to a near major extent / near major extent. Notable aspects / interventions / stakeholders within this range include H&S specification, client, medical surveillance, project manager, client appointed H&S Agent, and partnering.

4 / 52 (7.7%) MSs fall within the range $> 2.50 \leq 3.33$, which indicates the aspects / interventions / stakeholders can be deemed to have contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award between a near minor extent to some extent /some extent. Improvement process e.g. Total Quality Management (TQM) is one of the four.

The MS of designers falls within the range $> 1.70 \leq 2.50$, which indicates it can be deemed to have contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award between a minor to near minor / near minor extent.

Table 9 - Extent to which aspects / interventions / stakeholders contributed to respondents' organisations achieving an H&S competition award

Aspect / Intervention / Stakeholder	Response (%)							MS	Rank
	Un sure	Did not	MinorMajor						
			1	2	3	4	5		
H&S Coordinator / Manager	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	1=
H&S Officer	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	1=
Hazard identification and risk assessment	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	1=
H&S induction	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	1=
H&S training	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	1=
Toolbox talks	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	81.8	4.82	1=
H&S management system (H&SMS)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	72.7	4.73	7=
H&S education	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	72.7	4.73	7=
Focus on H&S	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	18.2	72.7	4.64	9=
H&S awareness	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	18.2	72.7	4.64	9=
H&S culture	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
H&S Representatives	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
Safe work procedures (SWPs)	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
Feedback on H&S performance	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
Construction Regulations	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
Participation in H&S competitions	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
Participation in H&S star gradings	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	27.3	63.6	4.55	11=
H&S measurement	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	18.2	72.7	4.55	18
Allocation of financial resources to H&S	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	36.4	54.5	4.45	19=
H&S inspections	0.0	0.0	0.0	0.0	9.1	36.4	54.5	4.45	19=
H&S rules	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.2	63.6	4.45	21=
H&S notice board	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.2	63.6	4.45	21=
H&S legislation (OH&S Act & COID Act)	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	18.2	63.6	4.45	21=
H&S plans	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	27.3	63.6	4.45	24
First line supervision	0.0	0.0	0.0	9.1	9.1	9.1	72.7	4.45	25
H&S policy	0.0	0.0	0.0	0.0	18.2	27.3	54.5	4.36	26
Site management	0.0	0.0	0.0	9.1	0.0	36.4	54.5	4.36	27
H&S goal setting	0.0	0.0	0.0	9.1	9.1	18.2	63.6	4.36	28
Management commitment to H&S	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	18.2	54.5	4.27	29=

H&S meetings	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	18.2	54.5	4.27	29=
Integration of H&S into all activities / tasks	9.1	0.0	0.0	9.1	0.0	0.0	81.8	4.27	31
Management involvement in H&S	0.0	0.0	0.0	0.0	36.4	0.0	63.6	4.27	32=
Quality management system (QMS)	0.0	0.0	0.0	9.1	9.1	27.3	54.5	4.27	32=
Recognition of H&S performance	9.1	0.0	0.0	0.0	9.1	18.2	63.6	4.18	34
Management accountability for H&S	0.0	0.0	0.0	0.0	27.3	27.3	45.5	4.18	35
Worker participation	9.1	0.0	0.0	9.1	0.0	9.1	72.7	4.18	36
H&S specification	0.0	0.0	0.0	18.2	9.1	18.2	54.5	4.09	37
Client	0.0	0.0	0.0	18.2	9.1	27.3	45.5	4.00	38
Incident investigation	0.0	9.1	0.0	0.0	18.2	18.2	54.5	4.00	39
H&S disciplinary procedure	9.1	0.0	0.0	9.1	18.2	0.0	63.6	3.91	40
Medical surveillance	9.1	0.0	0.0	0.0	27.3	27.3	36.4	3.73	41
Project manager	0.0	0.0	0.0	18.2	36.4	9.1	36.4	3.64	42
H&S message / theme for the month or week	9.1	0.0	9.1	0.0	18.2	18.2	45.5	3.64	43
Client appointed H&S Agent	0.0	9.1	0.0	9.1	27.3	18.2	36.4	3.55	44
H&S incentives	9.1	9.1	0.0	0.0	18.2	18.2	45.5	3.55	45
Partnering	0.0	12.5	0.0	12.5	12.5	25.0	37.5	3.50	46
Improvement process e.g. Total Quality Management (TQM)	18.2	0.0	0.0	18.2	0.0	27.3	36.4	3.27	47
H&S Consultant	0.0	18.2	0.0	18.2	27.3	9.1	27.3	2.91	48
H&S newsletter	0.0	18.2	9.1	9.1	27.3	9.1	27.3	2.82	49
H&S suggestion box	9.1	18.2	9.1	0.0	18.2	18.2	27.3	2.73	50
Designers	0.0	27.3	18.2	18.2	18.2	0.0	18.2	2.00	51
Unions	0.0	54.5	36.4	0.0	0.0	9.1	0.0	0.73	52

4 CONCLUSIONS

Although all eleven aspects of an H&S programme as posed to the respondents are important in terms of achieving optimum H&S in respondents' organisations, the high ranking of hazard identification and risk assessment, and risk management, leads to the conclusion that these are critical, and that emphasis should be placed on these aspects during auditing. Then, although administration and legal requirements are marginally more important than the physical aspects, there is a high level of agreement with 'The emphasis in terms of H&S should be on the physical aspects'. The relatively high agreement with 'Too much administration results in ticking boxes and cutting and pasting', 'Too much administration is required relative to H&S to the detriment of the physical aspects of H&S', and 'Too much administration is required relative to H&S' is tempered by the agreement with 'Administration provides the basis for addressing the physical aspects of H&S'. Therefore it can be concluded that auditing should focus on the physical process, but also give the administration process the requisite attention. However, the importance of worker participation, H&S education, H&S training, construction H&S management competencies, supervision, management, and construction management competencies introduces a further dimension. Firstly, H&S education and H&S training influence the others, and in turn management commitment influences the degree of H&S education and H&S training. Secondly, they are all predictors of H&S performance, which manifests itself in the physical state of H&S. Therefore, it can be concluded that auditing should focus on such predictors. This conclusion is reinforced by the level of agreement with 'H&S management is an integral part of construction management', 'There should be more focus on management

involvement in H&S’, ‘There should be more focus on supervision’s role in H&S’, and ‘There should be more focus on management accountability for H&S’.

The finding that 50 / 52 (96.2%) of aspects / interventions / stakeholders contributed to respondents’ organisations achieving an H&S competition award to a major as opposed to a minor extent, leads to the conclusion that a multi-content ‘cocktail’ is required to optimise H&S performance. However, H&S practitioners, hazard identification and risk assessment, and interventions that contribute to a ‘healthy’ H&S culture, and which result in a ‘healthy’ H&S climate, are critical. Included in the aforementioned are management commitment, supervision, and worker participation. Therefore, it can be concluded that auditing should focus on such predictors.

REFERENCES

CONSTRUCTION INDUSTRY DEVELOPMENT BOARD (CIDB). Construction Health & Safety in South Africa Status & Recommendations. Pretoria: CIDB, 2009.

DÉJUS, T. AND ANTUCHEVIČIENĖ, J. Assessment of health and safety solutions at a construction site, **Journal of Civil Engineering and Management**, v. 19, n 5), p. 728-737, 2013.

HEALTH AND SAFETY EXECUTIVE (HSE). Revitalising Health and Safety in Construction. Sudbury, Suffolk: HSE Books, 2002.

OTHMAN, A.A.E. A study of the causes and effects of contractors' non-compliance with the health and safety regulations in the South African construction industry. **Architectural Engineering and Design Management**, DOI:10.1080/17452007.2012.683242, 2012.

POLLITT, D. Training means zero accidents for FHm. **Human Resource Management International Digest**, v. 14, n. 3, p. 23-25, 2006.

SHIPLEE, H., WATERMAN, L., FURNISS, K., SEAL, R. AND JONES, J. Delivering London 2012: health and safety. **Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Civil Engineering**, v. 164, p. 46-54, May 2011.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

COMPARAÇÃO ENTRE SISTEMAS DE PROTEÇÃO COLETIVA: BANDEJAS E REDES DE SEGURANÇA

ANJOLETTO FILHO, Milton César SERRA, Sheyla

(1) UFSCAR, (16)9.96038842, e-mail: miltoncesarafaf@gmail.com ,UFSCAR, e-mail:
sheylabs@ufscar.br

RESUMO

O planejamento e controle da segurança são reconhecidos como medida eficaz na prevenção de acidentes do trabalho na construção civil, sobretudo em processos com elevado risco de acidentes. Como medida de prevenção a ser adotada pode ser citada a execução de sistemas de proteção coletiva que atuam como barreiras de proteção. Estes sistemas devem ser corretamente dimensionados e detalhados na forma de um projeto que considere as reais condições e operações de trabalho dos equipamentos. Acredita-se que muitos acidentes têm sua origem na ausência ou em deficiências do processo de planejamento e controle da segurança, que deve ser estruturado e apresentado nos projetos de segurança. Este trabalho propõe uma comparação entre duas tecnologias de proteção coletiva da redução da queda em alturas com foco na periferia da edificação. Visa apresentar os princípios para elaboração de projetos de processos seguros. O método de pesquisa utilizado será o de análise documental, considerando normas técnicas dos países que usam as tecnologias estudadas e publicações que contenham a indicação de boas práticas. Para isso, será comparado o processo de montagem e desmontagem do sistema de bandejas comum, com o sistema de proteção com redes. Essas comparações irão abranger os seguintes itens: vantagens relativas à segurança do operário ao trabalhar próximo de um sistema de proteção com redes; diferenças do planejamento para a montagem de ambos os sistemas; diferenças da ligação dos diferentes sistemas à estrutura do edifício; entre outros. Com o término do estudo pretende-se chegar à identificação das oportunidades de cada sistema, com orientação do ponto de vista técnico da construção para opção entre os dois diferentes modelos de barreira de segurança.

Palavras Chave: Planejamento e controle da segurança; Sistema de Proteção Coletiva; Bandejas; Redes de Segurança; Segurança e saúde do trabalho.

ABSTRACT

The planning and security control are recognized as effective measurements for prevention of accidents in the construction industry, especially for cases involving high risk tasks. As a preventive procedure, it can be cited the implementation of collective protection systems that operate as barriers. These systems must be properly designed and detailed, considering the actual conditions of equipment and working operations. It is believed that many accidents have their origin in the absence or disability of the planning process and safety regulations, which should be structured and presented in safety plan. This paper proposes a comparison between two collective protection

technologies by reducing the falling heights, focusing on the periphery of the building. It aims to present the principles for development of safer processes for projects. The research method will be the analysis of documents, considering technical standards of the countries that use these technologies studied and publications containing a statement of good practices. For this, comparisons of the assembly and disassembly process of the common trays system and the protection system networks will be made. These comparisons will cover the following items: benefits related to the workers' safety when working close to a protection system with networks; different planning for the assembly of both systems; differences at planning to the assemble of both systems and the differences of their connection to the structure of the building. In the end of the study, it is aimed to get to the identification of opportunities for each system, with guidance from a technical point of view of construction for chosing between the two different security barrier models.

Keywords: Planning and security control; Collective Protection System; trays; Network Security; Safety and health at work.

1 INTRODUÇÃO

O setor da Construção Civil possui uma elevada importância econômica e características muito próprias que o diferenciam dos restantes setores de atividades, não só em relação aos aspectos técnicos inerentes à atividade, mas também devido aos aspectos sociais e tradições muito fortes (LIMA, 2004). Possui um percentual de participação no Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro de 5,4% no ano de 2013 (IBGE, 2014).

Em boa parte dos países, a indústria da construção civil é uma das mais perigosas (LOPEZ et al., 2008), pois apresenta grande número de acidentes de trabalho registrados. A realidade brasileira não é diferente, pois em 2012 o Brasil registrou 705.239 acidentes de trabalho, sendo que 3,16% destes ocorreram no setor de construções (SindusCon, 2013). Devido ao grande número de atividades envolvidas nos canteiros de obras da construção civil e a falta de gerenciamento no controle da qualidade das diversas atividades desenvolvidas, observa-se que as causas de ocorrência dos acidentes são recorrentes e podem ser caracterizadas pela má gestão da obra (PONTES, LEITE e DUARTE, 1998).

A natureza multidimensional deste setor e os diferentes riscos a que os trabalhadores podem estar expostos, exigem altos níveis de planejamento e controle para mitigar esses riscos e, desta maneira, evitar acidentes e problemas de saúde a longo prazo (EUROPEAN UNION, 2011). Entre os principais riscos, podem ser citados: o trabalho em altura, os agentes físicos, tais como vibrações e ruídos, a movimentação manual de cargas, o transporte e manipulação de produtos químicos perigosos.

Segundo Lai, Liu e Ling (2011), a gestão da segurança na indústria da construção é importante, pois além de reduzir ou evitar os acidentes que causam perda de vidas, reduz também os atrasos do cronograma decorrentes e os custos relacionados com os acidentes.

De acordo com Baxendale e Jones (2000), a maioria dos acidentes não é causada por trabalhadores descuidados, mas por falha de controle de segurança no trabalho, o que é responsabilidade da administração, do setor gerencial do empreendimento. Através do desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de saúde e segurança no trabalho, estima-se que em canteiros de tamanhos que variam de pequeno para médio poderia ser

alcançada uma redução em acidentes de 33% e que o benefício calculado para a indústria seria 220 milhões de libras cada ano.

Devido a isso, várias construtoras vêm tendo iniciativas em prol da segurança com o intuito de verificara o nível de enquadramento na legislação de segurança do trabalho vigente no Brasil (Câmara Brasileira da Indústria da Construção (CBIC), 2012) e o primeiro Selo Qualidade da Alimentação na Construção (ROCHA, 2012), demonstra a preocupação do setor com o diagnóstico e a busca de melhores condições de trabalho.

2 A SEGURANÇA NO TRABALHO

2.1 Gerenciamento de Risco

De uma forma geral, observa-se na literatura que os autores consideram a fase de identificação de risco como uma das mais importantes em todo processo do gerenciamento de risco, pois apresenta um impacto maior na acuracidade das avaliações de risco, já que a forma como os riscos são identificados e coletados constituem-se na questão central para a efetividade de todo este processo (Martins; Serra, (2006)). Com isso, segundo (ISO 31000:2009) convém que a organização identifique as fontes de risco, áreas de impactos, eventos (incluindo mudanças nas circunstâncias) e suas causas e consequências potenciais. A finalidade desta etapa é gerar uma lista abrangente de riscos baseada nestes eventos que possam criar, aumentar, evitar, reduzir, acelerar ou atrasar a realização dos objetivos. Convém ainda que a identificação de riscos inclua o exame de reações em cadeia provocadas por consequências específicas, incluindo os efeitos cumulativos e em cascata.

Convém que a organização aplique ferramentas e técnicas de identificação de riscos que sejam adequadas aos seus objetivos e capacidades e aos riscos enfrentados. Informações pertinente e atualizadas são importantes na identificação de riscos. Para a identificação adequada dos principais riscos envolvidos, existem diversas técnicas mais comumente utilizadas, sendo elas:

- Brainstorm;
- Brainstorm eletrônico;
- Técnica Delphi;
- Entrevista com Especialistas entre outras;

Segundo a ISO 31000:2009, a análise de riscos fornece uma entrada para a avaliação de riscos e sobre as estratégias e métodos mais adequados de tratamento de riscos. A análise de riscos também pode fornecer uma entrada para a tomada de decisões em que escolhas precisam ser feitas e as opções envolvem diferentes tipos e níveis de risco.

Ainda segundo a ISO 31000:2009 o tratamento de riscos envolve a seleção de uma ou mais opções para modificar os riscos e a implementação dessas opções. Uma vez implementado, o tratamento fornece novos controles ou modifica os existentes. As opções de tratamento de riscos não são necessariamente mutuamente exclusivas ou adequadas em todas as circunstâncias.

2.2 Riscos na Construção Civil

Genericamente um edifício vertical apresenta seis fases de produção: infraestrutura, estrutura, vedações, instalações, revestimentos e acabamentos. Dentro destas fases constata-se diferentes riscos de acidentes do trabalho.

Como por exemplo, na fase de infraestrutura existe o risco de soterramento sobre os operários por falta ou falha nas proteções coletivas. Já nas atividades de estrutura encontram-se os riscos mais frequentes nas atividades de construção e desforma de fôrmas (por queda de estrutura ou cimbramento), de montagem de armaduras, de montagem de estruturas metálicas e de concretagem. Na fase de revestimentos, as quedas de materiais podem ser decorrentes de falta de plataformas, de plataformas inadequadas, de falta de redes de proteção. As quedas de pessoas estão frequentemente relacionadas à ruptura de cinto de segurança, cabos, cordas e fitas, falha de dispositivo de segurança, metodologia de trabalho inadequada, doenças e enfermidades (epilepsia, enjoo, tonturas, vertigens, etc.), golpes por objetos e ferramentas, perda de equilíbrio em local sem proteção, estrutura de sustentação deficiente ou insegura, entre outras situações possíveis que não foram citadas.

Assim, pode-se afirmar que existe conhecimento consolidado sobre as probabilidades de acidentes nos canteiros de obra e que o mesmo pode ser aproveitado para a prevenção.

2.3 Processo de Segurança no Trabalho

Como forma de contribuir para reduzir os riscos de acidentes no setor, entre as principais exigências da Norma Regulamentadora número 18, conhecida como NR 18 (BRASIL, 2012), está a elaboração do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção (PCMAT) onde se menciona a necessidade de elaborar “projeto de execução das proteções coletivas em conformidade com as etapas de execução da obra”. Entretanto, a norma não faz clara menção quais os tipos ou equipamentos de proteções coletivas que devem ser projetados.

Segundo a NR 10 (BRASIL, 2004), o “Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) é um dispositivo, sistema, ou meio, fixo ou móvel de abrangência coletiva, destinado a preservar a integridade física e a saúde dos trabalhadores, usuários e terceiros”. E A associação britânica *Health and Safety Executive* (HSE, 2012) define a proteção coletiva é um equipamento que pode proteger mais de uma pessoa e que, depois de devidamente instalado ou construído, não necessita nenhuma ação adicional para ter certeza que, se necessário, vai funcionar prevenindo acidentes ou mitigando as consequências dos mesmos. Desta forma, justifica-se a priorização do Equipamento de Proteção Coletiva (EPC) em detrimento dos Equipamentos de Proteção Individual (EPI), visto que os últimos dependem da ação do operário de utilizá-lo de forma correta.

Para Toole e Gambatese (2008), a prevenção dos riscos de acidentes na construção através da elaboração de projetos para segurança deve ser um processo em que os engenheiros e arquitetos considerem explicitamente a segurança dos trabalhadores. Para estes autores, os projetistas devem escolher os materiais e sistemas que são inerentemente mais seguros, entender a engenharia da construção, e aplicar cada vez mais considerações especiais para reduzir os riscos dos trabalhadores.

No caso de risco de quedas, as medidas de proteção coletiva tornam-se um importante meio de se evitar os acidentes, isso quando bem estudadas e implementadas no canteiro de obras (MÉLO F, RABBANI e BARKOKÉBAS J., 2008). Por exemplo, para Gagnet (2000), quando a instalação de equipamentos de proteção coletiva contra quedas, como redes de segurança (SLQA) ou um sistema de trava-queda individual gera um elevado risco, deve haver também um plano formal de proteção contra quedas para a fase de montagem e desmontagem. Martins (2004) atenta para o fato de que algumas medidas de segurança se tornam inseguras no momento da desmobilização, dependendo do processo construtivo e dos componentes do sistema de proteção adotado.

2.4 Projeto de Equipamentos de Proteção Coletiva

Martins; Serra (2006) sugerem a elaboração de diretrizes para reduzir as quedas em altura e propõem um *check-list* que verifique as condições de segurança, pois as verificações de prevenção devem ser padronizadas, formalizadas e realizadas nas diferentes fases de produção da obra no canteiro. Assim, reforçam, podem-se criar bancos de dados das soluções adotadas para os diferentes sistemas e processos construtivos que possam ser utilizados em empreendimentos futuros.

Segundo Novaes (2002), a padronização de soluções de projeto propicia um projeto com maior construtibilidade no que diz respeito à simplificação de soluções de projeto, com a consequente “repetitividade de operações construtivas e elevação de produtividade”. A coordenação e a compatibilização dos projetos também auxiliam na melhoria da construtibilidade das medidas de proteção, assim como o banco de dados indica qual o sistema de segurança que melhor se adequa a tecnologia construtiva.

Pode-se afirmar que existem várias soluções para impedir ou minimizar a queda em altura de objetos e operários, sendo que as duas abordadas neste trabalho são o sistema de proteção com redes (SLQA) e sistema de bandejas. Existe também a intenção de se comparar estes sistemas no quesito de custos de utilização e exposição de riscos aos funcionários designados ao processo de montagem e desmontagem dos equipamentos. A Figura 1 a seguir ilustra o sistema de proteção em redes já executado e o sistema de proteção de bandejas.

Figura 1 – Sistema de Proteção com Redes e Sistema de Proteção de Bandejas



Fonte: Revista Proteção (2012) e Revista PINI, 2011 respectivamente

3 MÉTODO APLICADO

Nesta pesquisa é adotado o método de estudo de caso, onde foi dividido em três fases:

- Revisão bibliográfica, contendo pesquisas on-line, em livros, artigos, teses, dissertações e publicações em geral;
- Pesquisa de campo, realizada junto a projetistas, fornecedores, empresas atuantes e visitas técnicas a obras que estejam executando a instalação e desmontagem dos dois tipos de EPC's estudados nesse projeto, o Sistema de Proteção de Bandejas e o Sistema de Proteção de Redes;
- Elaboração de check-lists de avaliação das condições de trabalho e dos EPC utilizados, entre outros;

- Organização dos dados para o estabelecimento de padrões de projetos de segurança destes diferentes tipos de EPC.

4 ESTUDO COMPARATIVO DOS EPC'S

4.1 Sistema de Proteção Coletiva de Bandejas

As plataformas, ou bandejas, de proteção coletiva são Sistemas de Proteção Coletiva utilizados em edificações com quatro pavimentos ou mais que visam à proteção contra queda de trabalhadores e projeção de materiais. Podem ser subdivididas em plataformas primária, instalada logo após a concretagem da primeira laje da edificação, secundária, instaladas de três em três pavimentos acima da plataforma primária e terciária, que é um caso mais específico onde a edificação possui vários níveis de subsolo sendo que esta possui as mesmas características da bandeja primária.

A NR 18 (BRASIL, 2012) estabelece, as medidas necessárias para as plataformas de proteção coletivas que devem ser instaladas nas obras de quatro pavimentos ou mais. A plataforma primária deve ter, no mínimo, 2,50 m de projeção horizontal da face externa da construção e um complemento de 0,80 m de extensão, com inclinação de 45°, a partir de sua extremidade. Já a plataforma secundária possui dimensão menor, devendo ter, no mínimo, 1,40 m de balanço e um complemento igual ao da primária (BRASIL, 2012).

Com relação à instalação destas plataformas, a NR 18 (BRASIL, 2012) afirma que a primária deve ser instalada em seguida a concretagem da laje a que se refere e retirada, somente, quando o revestimento externo do prédio acima da mesma estiver concluído e que as secundárias devem ser instaladas, em balanço, de 3 em 3 lajes, logo após a concretagem da laje a que se refere e retirada, somente, quando a vedação da periferia, até a plataforma imediatamente superior, estiver concluída.

Nota-se, portanto, a dependência da estratégia e do planejamento de obra na definição da execução e tempo de permanência das plataformas. De um modo geral, observa-se que em boa parte dos empreendimentos, no caso de edifícios com concreto moldado no local e alvenaria de vedação, as construtoras, visando encurtar o prazo de entrega da obra, optam por realizar a sequência dos serviços de vedação, de baixo para cima com um intervalo de, geralmente, quatro pavimentos entre o que está sendo executada a estrutura e o que será realizada a alvenaria. Desta forma, sendo utilizada esta estratégia, não é possível fazer a retirada das plataformas secundárias apenas quando a vedação no perímetro externo estiver concluída, mas apenas quando tiver uma plataforma imediatamente superior à vedação concluída. Devido a uma dificuldade de integração entre o planejamento e a segurança, muitos empreendimentos, mesmo fazendo uso de plataformas que seguem as recomendações da NR 18 (BRASIL, 2012) ficam desconformes com a mesma, por fazer a retirada destas plataformas antes do prazo recomendado pela norma.

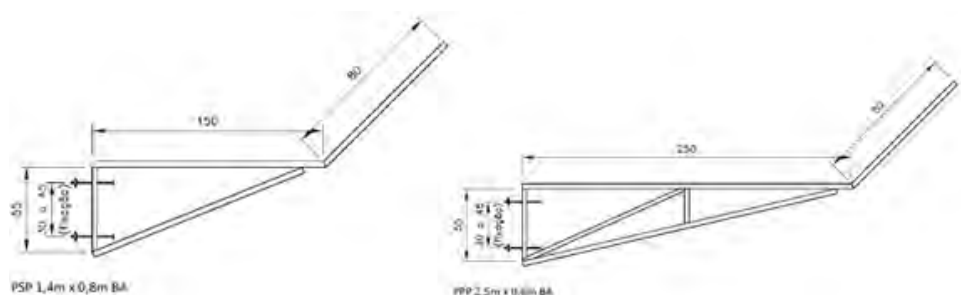
Para a análise deste tipo de proteção coletiva foi consultado o manual de instalação de empresa URBE, a mesma além de atuar em algumas obras na região de São Carlos, possui um manual muito detalhado com apresentação do processo de montagem e desmontagem além de diversas recomendações para a utilização correta do sistema.

4.1.1 Bandejas Urbe

A empresa URBE, é uma empresa de médio porte que aluga diversos produtos utilizados nos projetos de EPC e assim como outros fabricantes, possui peças destinadas a montagem das bandejas de proteção primária e secundária. As peças metálicas

destinadas para este tipo de EPC, são compostas de perfil metálico em “U” de 3,1 mm de espessura, com dimensões variando conforme a especificação da bandeja (primária ou secundária). A figura 2 a seguir busca detalhar as dimensões dos dois tipos de bandejas fornecidos pela empresa Urbe.

Figura 2 – Bandeja Secundária e Primária Urbe



Fonte: Catálogo URBE, 2011

O manual fornecido pela empresa prevê várias possibilidades de fixação na fachada com a utilização de ganchos (instalados no momento da concretagem), barra de ancoragem ou chumbadores metálicos. Porém o ideal é que essa fixação ocorra com barras de ancoragem, assim como indicado na figura 2, pois ao contrário da fixação com ganchos que impede apenas o deslocamento vertical e horizontal a fixação com barras de ancoragem impede também o giro da peça, que é uma situação possível no caso da ocorrência de ventos. Outro fator que torna desfavorável a utilização de ganchos é que o mesmo deve ser fixado no momento da concretagem da viga e na montagem da peça, não há a possibilidade de verificação se o mesmo foi corretamente posicionado.

O fabricante sugere a utilização de barras de ancoragem de 5/8” com a presença de porcas e arruelas e indica que capacidade de carga das peças como sendo de 150 Kg/m². Devido a isso, especifica também que o espaçamento entre as peças deve ser determinado em projeto considerando adequadamente a tipologia do pavimento e a carga de solicitação que do impacto do objeto causa na estrutura, mas não aconselha a utilização de um espaçamento superior a 1,5 metros.

Quanto a forração da estrutura, o fabricante indica que normalmente é executada com tábuas de madeira ou compensado até obter a forração total da bandeja e que este é um processo sob responsabilidade do cliente executante. O que eleva o risco da utilização sistema de proteção é principalmente o processo de desmontagem, pois o operário tem que se projetar para o lado externo do edifício, facilitando assim a ocorrência de acidentes. A figura 3 a seguir também retirada do catálogo da empresa busca exemplificar uma situação de risco ocorrida no processo de desmontagem.

Figura 3 – Desmontagem das Bandejas Urbe



Fonte: Catálogo URBE, 2011

4.2 Sistema de Proteção em Redes (SLQA)

O sistema de proteção em redes, que ficou conhecido no Brasil como SLQA possui as mesmas regras de instalação que o sistema tradicional em Bandejas, ambos descritos pela NR-18, onde há a necessidade de instalação na primeira laje concretada e após isso, a cada três lajes. Existem poucas empresas atuantes no mercado que fornecem esse produto, pelo elevado custo da fabricação desta rede.

O processo de montagem desse sistema de proteção consiste primeiramente na instalação dos perfis metálicos que servem de suporte para as redes, estes perfis podem ser melhor observados na Figura 1. Esta instalação deve ocorrer em compatibilidade com o projeto de estruturas, já que o mesmo deve apresentar um detalhe constando a presença de aberturas nas vigas que posteriormente serão utilizadas para a passagem das barras de ancoragem utilizadas na fixação dessas peças.

Após a instalação dessas peças metálicas, ocorre a fixação da rede em duas etapas. Sendo a primeira, com a parte superior da tela sendo presa a um cabo de aço e com o auxílio de uma corda, fixada nas peças metálicas previamente instaladas. E a segunda onde a parte inferior da tela também com a presença do cabo de aço, é fixada com o auxílio de chumbadores metálicos na laje do pavimento.

A figura 4 a seguir busca ilustrar o quanto pode ser resistente a tela utilizada no sistema de proteção, pois a mesma resiste a solicitação de dois operários praticamente no mesmo local.

Figura 4 – Utilização do Sistema de Proteção com Redes



Fonte: Stie mastergeminis.com, 2015

O que torna esse sistema extremamente vantajoso é o quesito segurança no processo de desmontagem, já que o operário não tem a necessidade de se projetar para fora do pavimento para a retirada da tela, pois como se trata de um material com melhor trabalhabilidade com o auxílio de um objeto de longo alcance mesmo pode desconectar a parte superior da tela das peças metálicas e posteriormente realizar a desmontagem das peças metálicas normalmente de dentro do pavimento.

5 CONCLUSÕES PARCIAIS DO PROJETO

Este projeto pretende contribuir para a ampliação do conhecimento na área de Saúde e Segurança do trabalho, com futuras realizações de entrevistas com profissionais atuantes na área de projetos de EPC, descrição de boas práticas adotadas nas obras na região de São Carlos e o desenvolvimento de uma diretriz que auxilie as empresas sobre a melhor forma de execução destes dois tipos de EPCs.

Com a análise prévia realizada entre o sistema de Proteção de Bandejas e o Sistema de Proteção de Redes, dois sistemas vastamente utilizados em obras da construção civil, observa-se que o sistema de proteção com redes é superior tecnicamente, já que no processo de desmontagem não é gerado risco adicional como ocorrido no sistema de bandejas, onde o operário se projeta para fora do pavimento para realizar o serviço. Porém, o sistema de proteção de bandejas, por questões econômicas, é muito mais utilizado nas obras brasileiras que o de redes, tal fato ocorre, pois, o material de polietileno componente do sistema de redes não é fabricado no Brasil, devendo, portanto, ser importado, fato este que acaba encarecendo ou até inviabilizando a utilização deste sistema.

6 REFERÊNCIAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. ABNT NBR ISO 31000: Gestão de riscos – Princípios e diretrizes. Rio de Janeiro, ABNT: 2009.
- BAXENDALE, T; JONES, O. Construction design and management safety regulations in practice – progress on implementation. **International Journal of Project Management**, v.18, p.33-40, 2000.
- BRASIL NR 18: Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção: NR18. **Ministério do Trabalho e Emprego**. 2012.
- GAGNET, G. D. **Fall protection and scaffolding safety: an illustrated guide**. Lanham, USA: The Scarecrow Press, 2000.
- LAI, D.N.C.; LIU, M.; LING, F.Y.Y. **A comparative study on adopting human resource practices for safety management on construction projects in the United States and Singapore**. International Journal of Project Management, vol. 29, n.8, p.1018-1033, 2011.
- LIMA, T. M. **Risco de acidente de trabalho: Desafios a uma cultura de prevenção** - O setor da construção civil em Portugal. In.: Congresso Português de Sociologia, 5, 2004, Braga: **Anais...** Braga, 2004.
- LOPEZ, M. A. C.; RITZEL, D. O.; FONTANEDA, I.; ALCANTARA, O. J. G. **Construction industry accidents in Spain**. Journal of Safety Research, Outubro 2008. 407-507.
- MARTINS, M.S. **Diretrizes para elaboração de medidas de prevenção contra quedas e alturas em edificações**. 2004, 202p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Construção Civil). Universidade Federal de São Carlos.
- MARTINS, M.S.; SERRA, S.M.B. Medidas de proteção contra quedas de altura na construção civil projeto de segurança. In: XXVIII International Symposium ISSA Construction Section, 2006, Salvador - BA. **Proceedings...** p. 1-8.
- MÉLO Fº, E. C.; RABBANI, E. R. K.; BARKOKÉBAS J., B. **Propostas de medidas de proteção coletiva para construção de edificações em estruturas metálicas**. In.: Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC, 12, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza, 2008.
- NOVAES, C. **Apostila do curso de pós-graduação da disciplina gestão do processo de projeto de edificações**. São Carlos. UFSCar, 2002. 72p.
- ROCHA, A. **Sinduscon-DF entrega primeiro Selo Qualidade da Alimentação para obra em Brasília**. 2012. Disponível em: < <http://www.piniweb.com.br/construcao/carreira-exercicio-profissional-entidades/sinduscon-df-entrega-primeiro-selo-qualidade-da-alimentacao-para-obra-em-261498-1.asp>>.
- TOOLE, T. M.; GAMBATESE, J. **The trajectories of prevention through design in construction**. Journal of Safety Research. v.39, n. 2, p. 225–230, 2008.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

Gestão Sustentável na Construção / Gestión Sostenible en la Construcción



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ACONDICIONAMENTO E TRANSPORTE DE RCDS: A REALIDADE DA GRANDE JOÃO PESSOA

SILVA, Meryhelen Rosas da (1); MEDEIROS, Mirela Oliveira (2); SOUZA, Gabriella Cavalcante de (3); ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de (4); MEIRA, Alexandra Rocha (5)

(1) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: meryhelenrosas@hotmail.com; (2) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: mirela.jpa@gmail.com; (3) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: gabriella.cavalcante@hotmail.com; (4) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: nelmamca@gmail.com; (5) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: alexrmeira@uol.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa exploratória descritiva que teve por objetivo elaborar um diagnóstico quanto ao acondicionamento e o transporte dos RCDs produzidos pelas empresas construtoras em João Pessoa, nos seus canteiros de obras, tomando como referencial as disposições contidas na Resolução nº. 307/2002 do CONAMA e na Lei Municipal nº. 11.176/2007. O universo da pesquisa foi definido como sendo as empresas construtoras de edificações verticais cadastradas junto ao Sindicato da Indústria da Construção Civil na capital (SINDUSCON-JP) e empresas especializadas em transporte de RCDs cadastradas junto à EMLUR (Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana), enquanto que a amostra foi composta por dez empresas construtoras que aceitaram participar da pesquisa e que possuíam, no momento da pesquisa, canteiros de obras na grande João Pessoa, e quatro empresas especializadas em transporte de RCDs que atuam também na capital. Os resultados revelam que, apesar das empresas pesquisadas, construtoras e transportadoras, afirmarem possuir conhecimento das legislações relativas ao gerenciamento dos RCDs, o conhecimento demonstrado ainda é muito incipiente e que suas ações são pontuais, bem como que estas ainda não despertaram para as potencialidades dos resíduos gerados/transportados.

Palavras Chave: Construção Civil. Transporte. Acondicionamento. RCDs

ABSTRACT

This article presents the results of a descriptive exploratory research that aimed to establish a diagnosis regarding the packaging and transportation of RCDs produced by construction companies of the great João Pessoa, in his construction sites, taking as a reference the provisions contained in resolution No. 307/2002 of CONAMA and on Municipal law nº. 11,176/2007. The universe of research was defined as being the construction companies of vertical buildings registered by the Civil construction industry Union of João Pessoa (SINDUSCON-JP) and companies specialized in transport of RCDs registered by the EMLUR (Special urban cleaning Municipal Authority), while the sample was composed of ten construction companies who have agreed to participate in the research and who had at the time of the survey, construction sites in the great João Pessoa, and four companies that specialize in transport of RCDs that act in the great João Pessoa. The results show that, in spite of the surveyed companies, builders and carriers, claiming to possess knowledge of the laws relating to the management of RCDs, demonstrated knowledge is still very incipient, and that their actions are on time and that these have not yet awakened to the potential of waste generated/transported.

Keywords: Civil Construction. Transport, Packaging, RCDs

1 INTRODUÇÃO

Responsável pelo maior consumo de recursos naturais do planeta, a construção civil é um dos segmentos industriais que mais causam impactos ambientais e, como consequência, geram resíduos. O uso indiscriminado e incorreto dos recursos naturais contribui acentuadamente para a crescente degradação ambiental presente em nosso meio.

Com os avanços advindos das discussões sobre questões ambientais, o interesse por políticas públicas para os Resíduos da Construção Civil e Demolição (RCDs) tem aumentado. Apesar desse interesse, o setor da construção civil ainda encontra-se no topo dos principais contribuintes para a poluição do meio ambiente, uma vez que desperdiça seus materiais, gerando resíduos (vulgarmente chamados de entulho), de formas indistintas, contribuindo para o consumo, cada vez maior, dos recursos naturais. De acordo com Pinto (2005), a construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social, mas, por outro lado, apresenta-se como grande geradora de impactos ambientais, quer pelo consumo de recursos naturais, quer pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos. O setor tem o desafio de conciliar uma atividade produtiva dessa magnitude com condições que conduzam a um desenvolvimento sustentável consciente e menos agressivo ao meio ambiente.

Como resposta ao desafio, o poder público criou a Resolução nº. 307/2002 do Concelho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), em 5 de julho de 2002. Essa resolução foi criada com o intuito de minimizar o desperdício dos recursos naturais, estabelecendo diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil (BRASIL, 2002).

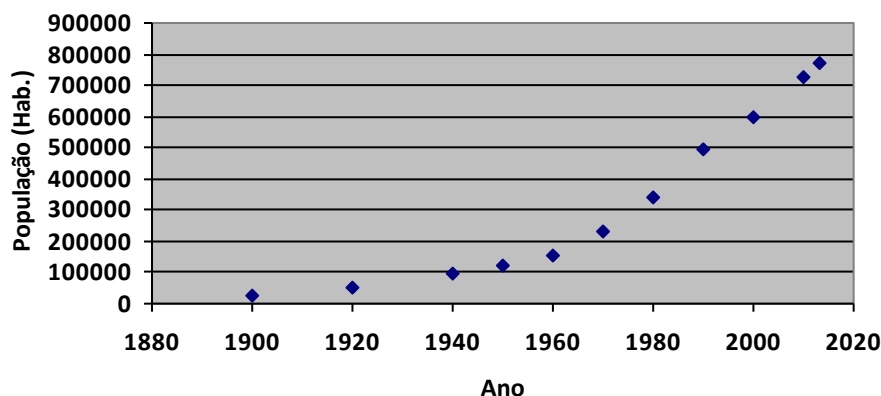
A referida resolução proíbe a disposição dos RCDs em aterros de resíduos domiciliares, em áreas de “bota-fora”, em encostas, corpos d’água, lotes vagos e em áreas protegidas por lei, ficando a cargo dos geradores dos resíduos sólidos a reutilização e a destinação final (GUEDES, 2014).

Tendo em vista o disposto na Resolução nº. 307/2002, o município de João Pessoa instituiu a Lei nº. 11.176/07, de 10 de outubro de 2007 (JOÃO PESSOA, 2007), estabelecendo a gestão integrada dos RCDs, visando a triagem, reutilização, reciclagem, reservação ou destinação mais adequada.

De acordo com Viana (2009), a cidade de João Pessoa apresenta um processo dinâmico de expansão e renovação urbana devido ao seu alto índice de crescimento populacional, passando, dessa forma, por um crescente processo de verticalização das edificações e, conseqüentemente, um elevado índice de geração de RCDs. A Figura 1 mostra a evolução demográfica do município de João Pessoa durante o período de 1900 a 2013.

Diante desse cenário local, o objetivo deste artigo é apresentar parte dos resultados de uma pesquisa que buscou diagnosticar a realidade do acondicionamento e transporte dos RCDs produzidos pelas empresas construtoras da grande João Pessoa, nos seus canteiros de obras, quanto ao cumprimento das disposições contidas na Resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) e na Lei Municipal nº. 11.176/2007 (JOÃO PESSOA, 2007).

Figura 1 - Evolução demográfica do município de João Pessoa de 1900 até 2013



Fonte: IBGE (2014).

2. A LEGISLAÇÃO VIGENTE, A GERAÇÃO E GESTÃO DE RCDs

2.1 Legislação Vigente

A Resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) determina que os municípios devam implantar uma gestão eficaz para os resíduos de construção civil e de demolição. Assim, os municípios devem ser regidos por um Plano Integrado de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, onde as ações do Plano Integrado dependem do tipo de resíduo.

De acordo com a Resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002), os RCDs têm sua classificação e destinação como mostra o Quadro 1.

Quadro 1 - Classificação e destinação dos RCDs

Classificação	Resíduo/Destinação
Classe A	Alvenaria, concreto, argamassas e solos.
	Destinação: reutilização ou reciclagem com uso na forma de agregados, além da disposição final em aterros licenciados.
Classe B	Madeira, metal, plástico e papel.
	Destinação: reutilização, reciclagem ou armazenamento temporário.
Classe C	Produtos sem tecnologia disponível para recuperação (compósitos, por exemplo).
	Destinação: conforme norma técnica específica.
Classe D	Resíduos perigosos (tintas, óleos, solventes, amianto, por exemplo).
	Destinação: conforme norma técnica específica.

Com o objetivo de disciplinar o tema, a resolução em tela estabeleceu responsabilidades ambientais aos profissionais envolvidos na elaboração dos projetos, nos canteiros de obra, no transporte e recepção de RCDs.

2.2 Geração de RCDs no Município de João Pessoa

De acordo com Guedes (2014), no ano de 2007 os dados da Prefeitura Municipal de João Pessoa revelavam uma produção diária de resíduos da ordem de 70 toneladas, o

que representa aproximadamente 37 kg/pessoa.ano. Já no ano de 2013, a prefeitura supracitada, ainda segundo Guedes (2014), afirma que houve uma produção anual de 160 mil toneladas/pessoa de entulho. Considerando a elevada produção de RCDs no município de João Pessoa, soluções para a gestão dos RCDs na cidade necessitam ser implantadas com a integração e atuação dos seguintes agentes:

- **Órgão público municipal** – responsável pelo controle e fiscalização sobre o transporte e destinação dos resíduos;
- **Geradores de resíduos** – responsáveis pela observância dos padrões previstos na legislação específica referente à disposição final dos resíduos, fazendo sua gestão interna e externa.
- **Transportadores** – responsáveis pela destinação aos locais licenciados e apresentação do comprovante da destinação.

As possíveis causas determinadas para cada uma das etapas que causam a geração de RCDs, também denominados de Resíduos da Construção Civil (RCCs), são mostradas no Quadro 2.

Quadro 2 - As fases de geração de RCCs e suas causas

Etapas	Causas
Projeto	Erro nos contratos
	Contratos incompletos
	Modificações ou adaptações nos projetos
Intervenção	Ordens erradas
	Ausência ou excesso de ordens
	Erros no fornecimento.
Manipulação de Materiais	Danos durante o transporte
	Estoque inapropriado
Operação	Erros do operário
	Mau funcionamento de equipamentos
	Ambiente impróprio
	Dano causado por trabalhos anteriores e posteriores
	Usos de materiais incorretos em substituição
	Sobras de cortes
	Resíduos do processo de aplicação
Outros	Vandalismo e roubo
	Falta de controle de materiais e de gerenciamento de resíduos.
	Interferência do proprietário da obra

Fonte: Guedes (2014).

2.3 Gestão de RCDs no Município de João Pessoa

A aprovação da Lei nº. 11.176, no município de João Pessoa (JOÃO PESSOA, 2007), não garante que os gestores e afins da construção civil farão o correto gerenciamento de seus resíduos de acordo com as disposições contidas na Resolução nº 307 do CONAMA (BRASIL, 2002).

A referida lei buscou por ordem à disposição desordenada dos resíduos na cidade de João Pessoa, determinando que os grandes geradores devem destinar os RCDs para a Usina de Triagem e Beneficiamento (Usiben), enquanto que os pequenos geradores aos pontos de coleta (denominados EcoPontos), os quais seriam criados pela prefeitura. Os

EcoPontos fariam o armazenamento temporário de resíduo, no entanto, os oito EcoPontos definidos não foram implantados, o que vem dificultando a correta destinação dos resíduos.

A geração de RCDs, seu descarte ilegal e sua inserção no ambiente urbano, no município, mostra a ausência de estrutura e de uma fiscalização eficaz, bem como de políticas municipais exclusivas para o gerenciamento ambientalmente apropriado. Uma gestão corretiva não resolve o problema, apenas posterga o problema (CAIXA, 2005). A obediência às leis, a educação e a conscientização de todos os envolvidos na geração, gestão e fiscalização dos RCDs pode ser a solução do problema ou de grande parte deste.

3. METODOLOGIA

3.1 Tipo de Pesquisa

A pesquisa é exploratória e descritiva, quanto aos fins, e de campo, bibliográfica e participante, quanto aos meios de investigação, conforme Vergara (2009).

3.2 Universo e Amostra

O Universo da pesquisa consiste nas empresas construtoras filiadas ao Sinduscon-JP (atualmente, 192 empresas) e nas empresas especializadas em transporte de RCDs cadastradas junto à EMLUR (Autarquia Especial Municipal de Limpeza Urbana).

A amostra das empresas construtoras foi composta por dez empresas construtoras que aceitaram participar da pesquisa e que, no momento da coleta de dados, possuíam obras em execução. Já a amostra das empresas especializadas em transporte foi composta pelas únicas quatro empresas que são cadastradas na EMLUR para essa atividade.

3.3 Coleta de Dados

A coleta de dados foi realizada através do uso de roteiros de observação e aplicação de formulários, os quais foram elaborados a partir da pesquisa bibliográfica sobre o tema em tela.

Os roteiros de observação foram utilizados nas visitas *in loco*, tanto aos canteiros de obra quanto às empresas transportadoras. Por conta das especificidades das empresas, construtoras e transportadoras, foram elaborados formulários distintos com perguntas abertas e fechadas e tomando como referencial a Resolução n°. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002) e a Lei Municipal n°. 11.176/2007 (JOÃO PESSOA, 2007). Os itens abordados nesses formulários diziam respeito à caracterização da empresa (construtoras e transportadoras), geração de resíduos (construtoras) e gestão de resíduos (construtoras e transportadoras).

4. RESULTADOS

4.1 Construtoras

A análise quanto ao acondicionamento e ao transporte dos RCDs produzidos pelas empresas construtoras da grande João Pessoa, nos seus canteiros de obras, mostram que as empresas pesquisadas, construtoras e transportadoras, afirmam possuir conhecimento

das legislações relativas ao gerenciamento dos RCDs. Porém, durante a pesquisa de campo, com a aplicação dos formulários, verificou-se que o conhecimento demonstrado por elas ainda é insuficiente para o gerenciamento correto dos RCDs, tanto nos canteiros quanto no transporte e nos locais de deposição final.

Constatou-se que 70% das empresas construtoras elaboram Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS) para suas obras, em atendimento à Lei Municipal nº. 11.176/2007, que a partir da sua publicação exigiu a apresentação deste para obtenção do licenciamento necessário para o início de qualquer obra dentro do município de João Pessoa. Ressalta-se, porém, que a lei anteriormente citada não vem sendo cumprida a contento, haja vista que na maioria das empresas construtoras pesquisadas o PGRS não estava disponível ao acesso dos gestores das obras, evidenciando que a elaboração deste é realizada apenas para obtenção de licenciamento. Os PGRSs não são utilizados na gestão dos resíduos *in loco*, contrariando a proposta dos PGRSs, que visa a sua utilização efetiva na gestão dos RCDs, de forma a contribuir para a correta destinação, reutilização e possível reciclagem do RCD.

A pesquisa relevou, ainda, que a maioria das construtoras pesquisadas elaborou o projeto do canteiro de obras com a definição do local de segregação e triagem dos RCDs no próprio canteiro. Deve ser ressaltado, também, que a localização das caçambas estacionárias está em desacordo com seus projetos, conforme mostra a Figura 2.

Figura 2 - Localização de caçamba estacionária nos canteiros de obras



Fonte: Arquivo das autoras (2014)

A justificativa das empresas construtoras, ao definirem como local para colocação da caçamba estacionária a via pública (calçadas ou mesmo ruas), foi a indisponibilidade de espaço dentro do canteiro para a colocação desta. Entretanto, constatou-se que na elaboração do PGRS havia a definição de local para a colocação da caçamba dentro dos limites do terreno de instalação do canteiro de obras. Essa constatação evidencia que os PGRSs são tratados, pelas empresas construtoras, como um mero recurso para obtenção de autorização de construção, não importando seu conteúdo para a gestão dos RCDs durante a execução da obra.

A situação relatada anteriormente constata que, além de serem avessas às disposições contidas na Resolução nº. 307 do CONAMA e na Lei Municipal nº. 11.176/2007, as empresas construtoras descumprem, também, as orientações constantes na NBR 9050, sobre acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos.

A perspectiva, no tocante ao reaproveitamento dos resíduos gerados na obra, é de que 50% das empresas construtoras realizam o reaproveitamento dos resíduos gerados, de forma parcial ou total. A maioria das construtoras (80%) ainda expôs que a coleta seletiva ou triagem dos resíduos na obra ocorre com a separação dos resíduos gerados por classe, de acordo com a Resolução nº. 307 do CONAMA (BRASIL, 2002).

Com relação ao destino final dos RCDs, 60% das construtoras pesquisadas contratam empresas especializadas em transporte de RCDs.

4.2 Transportadoras

Como já colocado anteriormente, foram entrevistadas quatro empresas transportadoras especializadas em RCDs, as quais asseguraram realizar o transporte de resíduos diariamente. Essas empresas afirmaram que as empresas construtoras requerem os seus serviços para coleta semanal periódica e que o volume de RCDs gerado é consequência direta da fase da obra, que modifica a periodicidade de coleta das caçambas estacionárias.

Duas (50%) das empresas transportadoras pesquisadas afirmaram que o tempo médio de utilização dos veículos para o transporte de RCDs é de quatro anos. Os outros 50% das empresas pesquisadas afirmaram que o período máximo de utilização seria de, no máximo, seis anos. Já no tocante ao período de utilização das caçambas estacionárias, uma empresa (25%) afirmou utilizar estas por apenas um ano, enquanto que as demais afirmaram utilizar por mais de 10 anos.

Antes de efetuarem o transporte dos RCDs, 75% das empresas afirmaram fazer a separação ou coleta seletiva dos resíduos nas próprias obras e 25% afirmaram não realizar qualquer tipo de triagem.

As empresas transportadoras afirmaram ainda que há possibilidade de reciclagem dos resíduos transportados, porém, apenas duas (50%) afirmaram que reciclam os resíduos transportados. Em decorrência de efetuarem a reciclagem dos resíduos ou mesmo por acreditarem na possibilidade dessa ação, a maioria (três empresas) afirma proporcionar aos seus funcionários algum tipo de treinamento sobre o gerenciamento correto dos RCDs.

5. CONCLUSÃO

Diante do exposto, foi possível observar que a quantidade de resíduos da construção civil gerada na cidade de João Pessoa é bastante significativa. A publicação da Resolução nº. 307/2002 do CONAMA e da Lei Municipal nº. 11.176 não são suficientes para que as empresas, tanto construtoras quanto transportadoras, realizem o gerenciamento correto dos RCDs. Faltam-lhes comprometimento quanto à elaboração e execução de PGRSs reais, exequíveis e eficazes.

Apesar das empresas construtoras pesquisadas afirmarem elaborar PGRSs para suas obras, foi constatado *in loco* o descumprimento dos programas nos canteiros, sendo constatado o descarte indiscriminado dos materiais no interior dos canteiros, dificultando a triagem ou separação, ainda que grande parte do material utilizado na obra tenha condições favoráveis para a reciclagem. Esse fato também torna evidente falhas na comunicação interna da empresa, pois o PGRSs não é repassado à obra para ser executado, ficando arquivado na sede da empresa construtora para eventual consulta ou apresentação por parte de algum órgão fiscalizador.

É evidente a transferência de responsabilidade por parte das empresas construtoras, quanto à triagem, separação e posterior reciclagem, para as empresas transportadoras dos RCDs, quando utilizam caçambas estacionárias para a deposição dos resíduos gerados. Não há qualquer preocupação por parte das empresas construtoras com relação

ao local de destinação final do resíduo, por acreditarem que sua responsabilidade com os resíduos acaba quando estes passam pelo o portão do canteiro.

De forma equivocada, as empresas construtoras também acreditam que a colocação das caçambas estacionárias em vias de circulação pública (calçadas ou ruas) é legal e de responsabilidade da empresa transportadora. Ressalta-se que, nesses casos, os habitantes da rua aproveitam a caçamba para depositarem seus resíduos domiciliares, o que dificulta qualquer tipo de triagem e reciclagem do RCD ali depositado pela empresa construtora.

A constatação de que as empresas especializadas em transporte de RCDs possuem plano de manutenção dos veículos, das caçambas estacionárias e modernização da frota, é um ponto bastante positivo no que diz respeito à segurança dos seus trabalhadores e à geração de poluição. Todavia, é preocupante a constatação de que apenas uma pequena parte dos RCDs transportados são tratados/depositados de forma adequada, sendo a maior parte descartada de forma irregular.

Uma ação fiscalizadora mais efetiva, incluindo ações educativas e motivacionais, por parte do poder público poderia ajudar na redução dos impactos ambientais gerados pelos resíduos oriundos da construção civil.

Por fim, conclui-se que as empresas construtoras e transportadoras da grande João Pessoa afirmam conhecer e concordam com os conteúdos das resoluções que regulamentam a destinação final dos resíduos da construção civil, contudo, descumprem, de forma parcial ou total, a legislação vigente quanto à gestão dos resíduos da construção civil, ou seja, o discurso é bem diferente da prática.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Resolução CONAMA nº. 307, de 5 de julho de 2002. **Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 17 jul. 2002.

CAIXA ECONÔMICA FEDERAL – CEF. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: CAIXA, 2011. 194 p. Disponível em: <<http://ww.caixa.gov.br>>. Acesso em: 04 abr. 2015.

GUEDES, A. L. P. **Avaliação da geração de resíduos da construção civil e suas implicações em bairros populares: o caso do bairro de Gramame em João Pessoa- PB**. 2014. 136 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acessado em: 10 jan. 2014.

JOÃO PESSOA. Lei nº 11.176, de 10 de outubro de 2007. **Institui o sistema de gestão sustentável de resíduos da construção civil e demolição e o plano integrado de gerenciamento de resíduos da construção civil e demolição de acordo com o previsto na Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002, e dá outras providências**. Câmara Municipal de João Pessoa, João Pessoa, PB, 10 out. 2007.

PINTO, T. P. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do SindusCon-SP**. São Paulo: Obra Limpa: I & T: SindusCon-SP, 2005.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

VIANA, K. S. C. L. **Metodologia simplificada de gerenciamento de resíduos sólidos em canteiros de obras**. 2009. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana e Ambiental) – Centro de Tecnologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2009.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

IMPACTOS DEL TRANSPORTE DE RESIDUOS SÓLIDOS DE LA CONSTRUCCIÓN DE EDIFICACIONES, ESTUDIO DE CASO EN LA CIUDAD DE BOGOTÁ

PARADA, Camilo(1); VARGAS, Hernando (2)

(1) Universidad de los Andes, 3203337174, e-mail: co.parada53@uniandes.edu.co (2) Universidad de los Andes, e-mail: hvargas@uniandes.edu.co

RESUMEN

El crecimiento de la actividad constructora en la ciudad de Bogotá ha traído consigo un aumento en la generación de residuos de construcción y demolición. Esta situación se ha acompañado por la aparición desde 2009 de restricciones a la movilidad de vehículos de carga con limitación en sitios de disposición final en la periferia urbana, ampliando recorridos, aumentando costos de producción y transporte e impactos ambientales asociados. En el estudio de caso, a partir de registros de una empresa edificadora sobre los RCD o residuos de construcción y demolición producidos en nueve proyectos de la misma situados en varias zonas del área metropolitana, con la ayuda de herramientas de recolección de datos implementadas por la empresa encargada del transporte y recolección final de RCD, se analizaron impactos sobre los tiempos de ciclo y costos de proceso de disposición en función de la ubicación de los proyectos, analizando características de los residuos generados en varias tipologías constructivas, cuantificando emisiones producidas en transporte. La información disponible a partir de georeferenciación incluye registros detallados de todos los desplazamientos realizados, el tipo de materiales transportados, la ubicación geográfica del origen y destino, distancias recorridas, tiempos para cada ciclo de trabajo y consumos promedio de combustible. El análisis se centró en los RCD que por su condición no pueden ser aprovechados y que no contengan residuos peligrosos y por lo tanto deban ser transportados a sitio de disposición final autorizado. Los resultados demuestran alto impacto en el decreciente rendimiento del transporte dependiendo de la ubicación de los proyectos, incongruencia entre sitios autorizados de disposición y centros de áreas generadores de residuos, crecientes tiempos de viaje y contaminación aérea y aumento en costos de construcción de viviendas.

Palabras claves: Residuos de construcción y demolición RCD. Impacto de movimiento de residuos de construcción; Costos de movimiento de residuos.

ABSTRACT

Building activity growth in Bogota has determined increasing generation of construction and demolition material wastes. This has been complicated by new traffic constraints and limiting final disposal sites in the urban periphery extending routes, affecting operating costs and environmental impacts. This study case considers construction waste registers from a housing building firm in nine projects within the metropolitan area. Impacts on transportation cycles, disposal costs and vehicle emissions were developed and analyzed considering project locations.

Keywords: *Construction and demolition wastes, waste transportation impact, waste transportation costs*

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años el auge de la actividad constructiva en la ciudad de Bogotá ha traído consigo entre otros una problemática inherente a la misma, el aumento en la generación de Residuos de Construcción y Demolición ó RCD.

Según cifras de la UAESP, (Coambiente, 2009) que se describen en la tabla 1, la generación de RCD en la ciudad de Bogotá para el año 2008 fue de 10.634.860 metros cúbicos proyectándose que para el año 2020 la producción de RCD será del orden de 24 millones de metros cúbicos.

Cuadro 1 – Cantidad de RCD generados en la ciudad de Bogotá en metros cúbicos, proyección hasta el año 2020.

AÑO	SECTOR PUBLICO	SECTOR PRIVADO	TOTALES
2008	3.830.628	6804232	10634860
2009	4.505.842	7103618	11609460
2010	4.944.864	7416177	12361042
2011	5.424.885	7742489	13167374
2012	5.949.600	8083159	14032759
2013	6.523.070	8438818	14961887
2014	7.149.754	8810126	15959879
2015	7.834.553	9197771	17032324
2016	8.582.849	9602473	18185322
2017	9.400.558	10024982	19425540
2018	10.294.179	10466081	20760260
2019	11.270.856	10926589	22197445
2020	12.338.440	11407358	23745798
TOTALES	98.050.077	116023872	214073949

Fuente: datos UAESP, elaboración propia

Con este panorama, acompañado de restricciones vehiculares aplicadas a vehículos de carga pesada, se establecieron en el Registro de Proveedores del Instituto de Desarrollo Urbano desde enero de 2014, cuatro sitios de disposición final de RCD autorizados en la Ciudad de Bogotá y sus alrededores, ubicados en la periferia de la ciudad o fuera de ella, con distancias significativas para realizar la disposición final. Esto ha significado un aumento en costo de la disposición final de RCD y disminución considerable en el rendimiento de sus actividades generalmente producidas por residuos de obras situadas en el extremo opuesto de la ciudad. Por lo anterior, se plantea evaluar los impactos que este panorama trae para la disposición final de RCD de una empresa constructora en la ciudad de Bogotá.

2. ANTECEDENTES

Toda actividad de construcción puede generar residuos, producto de los sobrantes de la actividad constructiva propiamente y de movimientos de tierras y otros materiales necesarios para llevar a cabo los proyectos. Estos son llamados Residuos de Construcción y Demolición y son una de las “salidas” o “outputs” que genera el proceso constructivo. Inicialmente, estos RCD se transportaban y vertían de cualquier manera en lotes baldíos o terrenos donde eran acumulados sin ningún orden, control técnico, clasificación u organización, compactación o conformación adecuada.

Esto formaba gran problemática, al conformarse rellenos ilegales inadecuadamente conformados, con todo tipo de materiales, algunos no aptos para conformar rellenos. El resultante eran terrenos sin configuración adecuada, totalmente heterogéneos, sin registro de cómo fueron conformados, que incumplen con las características propias de un suelo, careciendo de comportamiento geotécnico predecible, inaptas para su posterior uso en ninguna otra actividad, aparte de consecuencias ambientales.

2.1 Definición de RCD

Se presentan en la literatura como residuos que surgen de las actividades de construcción, remodelación y demolición (Wang *et al*, 2010) (Kofoworola y Gheewala, 2008). Igualmente, se les considera como materiales no deseados generados durante la construcción, incluyendo estructuras y materiales rechazados, materiales que han sido sobre ordenados o son excesos de los requeridos, y materiales que han sido utilizados y se han dañado (Deng *et al*, 2008). Por último, se les describe como suelo, material y otros generados por cualquier clase de actividades de construcción, incluyendo el desarrollo, rehabilitación y remodelación de proyectos de construcción (Zhao *et al*, 2009).

2.2 Normatividad vigente – Marco legal

Desde el año 2009 la alcaldía de Bogotá ha expedido decretos que restringen la libre movilidad de los vehículos de carga con capacidad mayor a 7 toneladas. En el presente trabajo se considera un resumen de los aspectos más relevantes de los mismos, así como los horarios y zonas a las que afecta la medida, para analizar los efectos que estas restricciones tienen sobre la actividad de disposición final de RCD en la ciudad de Bogotá, tanto en el aspecto económico y de rendimiento de la actividad misma, así como en la emisión de sustancias contaminantes.

Las restricciones son de estas disposiciones respecto a movilidad de vehículos de carga muestran que el Decreto 690 de 2013 divide la ciudad en 4 zonas y define horarios en los que no pueden transitar vehículos de carga, en cada una de estas zonas. A su vez, el Decreto 034 de 2009 sobre Restricción Ambiental. Establece que en toda la ciudad está prohibida la circulación de vehículos de carga de Lunes a Viernes entre las 09:00 a.m. y 10 a.m.

Cuadro 2 – Afectación de la jornada laboral por las restricciones a la movilidad de vehículos pesados

Proyecto	Zona decreto 690 de 2013	Restricción horario mañana		Restricción ambiental decreto 034 de 2009		Restricción horario Tarde (no afecta)		horas totales de restricción al día
		hora inicio	hora fin	hora inicio	hora fin	hora inicio	hora fin	
M	3			9:00	10:00			1:00
L	3			9:00	10:00			1:00
T	3			9:00	10:00			1:00
A	2	6:30	8:30	9:00	10:00	17:00	19:30	5:30
S	2	6:30	8:30	9:00	10:00	17:00	19:30	5:30
V	3			9:00	10:00			1:00
D	3			9:00	10:00			1:00
P	2	6:30	8:30	9:00	10:00	17:00	19:30	5:30
C	3			9:00	10:00			1:00

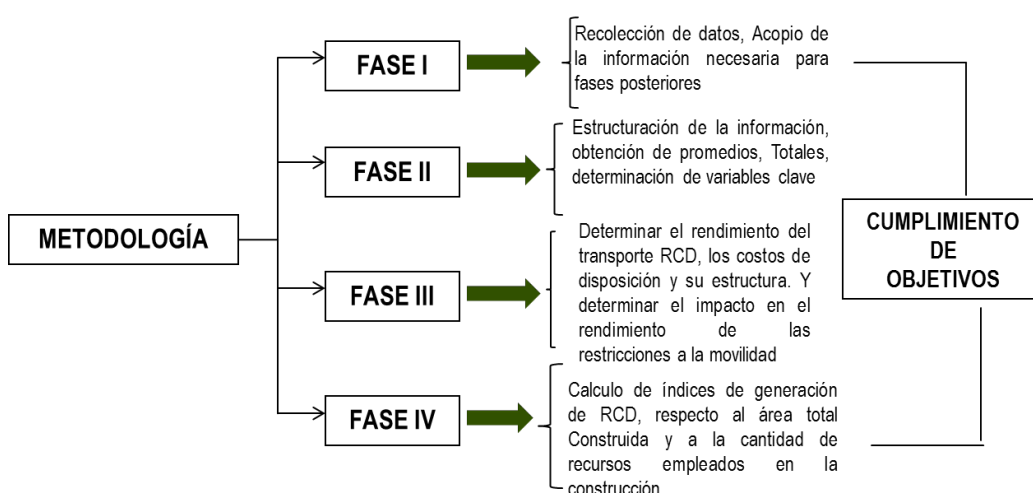
Fuente: elaboración propia

Respecto a la gestión de RCD, la Resolución N° 01115 del 26 de septiembre del 2012 define cada uno de los actores involucrados y sus roles y responsabilidades en generadores de RCD, transportadores de RCD, sitios de disposición final de RCD, así como Gestores y centros de reaprovechamiento de RCD.

3. METODOLOGIA

Del análisis de conjunto de datos obtenidos en los orígenes de los RCD, su lugar de destino y el medio usado para transportarlos, se analizan índices que se proponen, con la finalidad calificar el rendimiento comparativo en función de distancias y el impacto de las nuevas condiciones reglamentadas. Finalmente, se resumen índices de generación de RCD respecto de áreas edificadas.

Figura 1 – Fases de la investigación del proyecto.



Fuente: elaboración propia

Para el caso de estudio se seleccionaron una constructora de la ciudad de Bogotá y una empresa contratista de la anterior encargada de realizar el manejo y disposición final de los RCD. Usando las bases de datos de estas dos firmas y sus actividades en materia de disposición final de RCD, se obtuvo la información necesaria para poder responder a la investigación.

Los datos se recolectaron en los lugares donde se generan los RCD utilizando las herramientas que la empresa contratista encargada de la gestión de RCD tiene para tal fin, con información sobre ubicación del origen de los RCD (ubicaciones de proyectos), destino de los RCD (ubicación de escombrera), clasificación por tipo de RCD (por proyecto), volumen de cada tipo de RCD a los que se hace disposición final en escombrera (por proyecto), distancias recorridas en el transporte hasta el sitio de disposición, combustible consumido en los trayectos y, finalmente, tiempos de viaje desde el origen hacia el lugar de disposición y regreso, incluyendo cargue y descargue, en ciclo completo.

Con base en la información obtenida en la recolección de datos, así como su digitalización, categorización y clasificación, se obtuvieron otros datos producto de las variables estudiadas. Por ejemplo, se calcularon velocidades medias de desplazamiento,

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – SÃO CARLOS – SP

consumos promedio de combustible, tiempos promedio de ciclo para los vehículos, volúmenes de RCD despachados en cada obra, entre muchos otros.

4. RESULTADOS

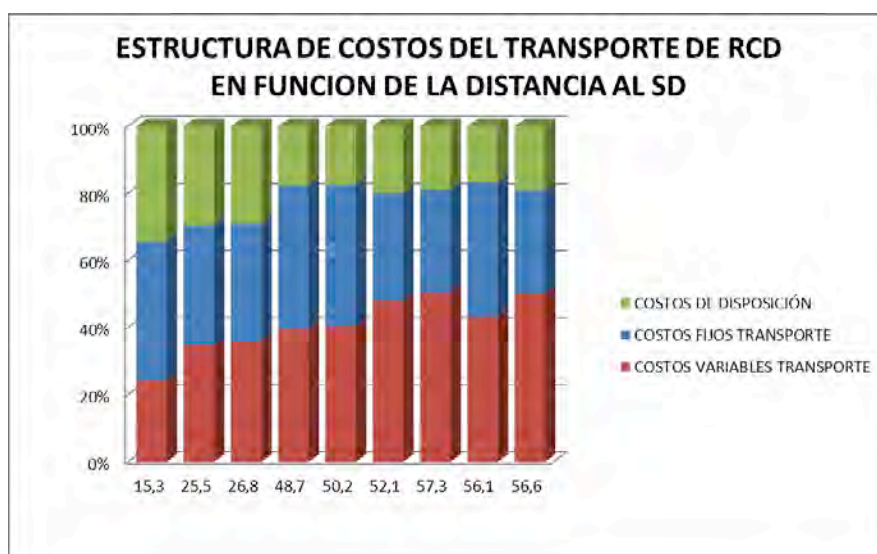
Cuadro 3 – Afectación del rendimiento de la actividad de disposición final de RCD

Afectación del rendimiento Ciclos adicionales

AFECTACIÓN PORCENTUAL AL RENDIMIENTO CAUSADA POR LAS RESTRICCIONES					
Proyecto	Distancia Total (km)	Ciclos totales jornada efectiva	Ciclos totales jornada sin restricciones	Ciclo adicionales realizados sin restricción a la movilidad	Diferencia porcentual
M	15,3	4,40	4,95	0,55	13%
L	25,5	3,90	4,39	0,49	13%
T	26,8	3,78	4,25	0,47	13%
A	48,7	2,09	3,14	1,05	50%
S	50,2	1,97	2,95	0,98	50%
V	52,1	2,64	2,97	0,33	13%
D	57,3	2,51	2,83	0,31	13%
P	56,1	1,76	2,63	0,88	50%
C	56,6	2,57	2,89	0,32	13%

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la investigación.

Grafico 1 – Estructura de costos del transporte de RCD por proyectos



Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la investigación.

Cuadro 4 –Material particulado generado por el transporte de RCD al sitio de disposición final (g/m³)

EMISIONES GENERADAS POR EL TRANSPORTE DE LOS RCD DE CADA PROYECTO A LA ESCOMBRERA EN GRAMO/M³ TRANSPORTADO DESDE EL PROYECTO A LA ESCOMBRERA Y REGRESANDO A LA OBRA
MASA DE MATERIA PARTICULADA (g/cm³)

Proyecto	distancia total (km)	Tiempo promedio ciclo Volqueta (horas)	potencia Motor tipo Volquetas (kW)	m ³ en banco o compactos por ciclo	Masa de materia Particulada (g/k Wh)	Masa de materia Particulada (g/m ³)
M	15,3	1,7	261,0	11,5	0,02	0,8
L	25,5	1,9	261,0	11,5	0,02	0,9
T	26,8	2,0	261,0	11,5	0,02	0,9
A	48,7	2,7	261,0	11,5	0,02	1,2
S	50,2	2,9	261,0	11,5	0,02	1,3
V	52,1	2,9	261,0	11,5	0,02	1,3
D	57,3	3,0	261,0	11,5	0,02	1,4
P	56,1	3,3	261,0	11,5	0,02	1,5
C	56,6	3,0	261,0	11,5	0,02	1,3

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la investigación.

4.1 Índices de generación de RCD

Con base en los datos recopilados se calcularon dos índices de generación de Residuos de construcción y demolición: el primero de ellos relaciona la masa total de recursos empleados en la construcción del proyecto, con la masa total de RCD generados (Cuadro N° 5) y el resultado obtenido es la proporción de los mismos que requieren disposición final en escombrera.

Cuadro 5 – Índice de Generación de RCD como porcentaje del total de materias primas (tres proyectos)

Calculo del indice de RCD generados como porcentaje de materias primas			
PROYECTO	VENTTO	MADELENA	CAPRIANI
peso total recursos utilizados (ton)	80689,0	28159,8	49257,9
Peso Total de escombros generado (ton)	15462,4	5947,2	19422,4
Indice (toneladas de RCD generado por cada tonelada de materiales comprado para las principales actividades que generan RCD)	19%	21%	39%

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la investigación.

Bossink y Brouwers (1996) reportaron que en Holanda los residuos son entre el 1% y el 10% (en peso) de los materiales comprados. De acuerdo a Pinto y Agopyan (1994), el porcentaje de residuos, a nivel de proyecto de construcción en Brasil, es del 20% al 30% del peso de los materiales que se encuentran en la obra. Por su parte, Poon et al, (2001) reportan que los residuos son del orden del 10% al 20% del peso total de los materiales entregados en la obra. En el presente estudio se obtienen porcentajes entre el 19 y 39 % que supera levemente los porcentajes obtenidos en otros países de la región como Brasil. En algunos casos se puede notar que son elevados, lo que puede deberse a que la

separación de residuos en la fuente no es óptima, y se podrían recuperar aún más RCD susceptibles de reaprovechamiento.

El segundo índice relaciona el área total construida de cada uno de los proyectos de construcción con el volumen de RCD generados (m³) (Cuadro N° 6). En este cálculo se incluyen también los RCD generados en el movimiento de tierras de cada uno de los proyectos. Por lo tanto, el índice se ve considerablemente afectado, ya que algunos cuentan con grandes sótanos y cimentaciones, que hacen que el índice sea más elevado por la gran cantidad de volumen excavado. Para obtener un índice más significativo sería necesario hacer una mejor separación de residuos en obra ya que debido al proceso constructivo se mezclan muchas veces los sobrantes o desperdicios con las excavaciones y movimientos de tierras.

Cuadro 6 – Índice de Generación de RCD; volumen generado por m² de área construida.

Calculo del indice de RCD generados por m2 de area construida					
NOMBRE PROYECTO:	VENTTO	MADELENA	CAPRIANI	CASTELLO	DIMONTTI
Area total construida (m ²)	22907,06	45123,98	53452,06	66528	82125
Volumen Total de escombros y movimientos de tierras generado (m ³)	26090,88	12311,85	44944,269	21102,69	11903,86
Indice (m ³ de rcd generados por cada m ² de Area Construida.)	1,14	0,27	0,84	0,32	0,14

Fuente: Elaboración propia, datos obtenidos de la investigación.

5. CONCLUSIONES

La afectación causada por las restricciones a la movilidad es muy significativa, llegando a ser del 50% del rendimiento para los proyectos ubicados en la zona 2 delimitada en el Decreto Distrital 690 de 2013. La afectación causada por las restricciones a la movilidad de los proyectos ubicados en la zona 3, aunque no tan importante como los de la zona 3, es muy significativa para los costos de la actividad, alcanzando el 13%. La inadecuada distribución de los sitios de disposición final trae como consecuencia que las volquetas tengan que recorrer grandes distancias, con un mayor consumo de combustible, mayor cantidad de gases contaminantes emitidos, gran afectación de la movilidad, disminuciones en el rendimiento y aumento en los costos. Conforme aumenta la distancia al sitio de disposición final, los costos variables del transporte van creciendo su peso específico dentro de la estructura de costos totales de la actividad. Pasan de un 24 % en el proyecto más cercano, con distancia total de ciclo de 15 km, hasta un 50% en el más lejano con una distancia total de ciclo de 57,3 km. A medida que disminuye la distancia al sitio de disposición final, los costos fijos del transporte aumentan su peso específico pasando de un 34 % en el proyecto más cercano, con distancia total de ciclo de 15 km a un 19% en el más lejano con una distancia total de ciclo de 57 km.

Los centros de reaprovechamiento de RCD (lugares en los cuales se pueden disponer y almacenar los RCD susceptibles de reaprovechamiento, para luego mediante algunos procesos, convertirlos en materias primas aptas para otros procesos de construcción), son una muy buena alternativa, y sus costos pueden ser menores a los de la disposición final en una escombrera autorizada, sin mencionar la ventaja de utilizar su potencial de reaprovechamiento; Para hacer uso de la opción del centro de reaprovechamiento debe

hacerse una apropiada separación de los residuos en la fuente, evitando residuos contaminados, que afecten su potencial de revalorización.

REFERENCIAS

BOSSINK, B.A.G., & BROUWERS, H.J.H. Construction Waste: Quantification and Source Evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management*, v 122 (1), p 55-60, 1996.

COAMBIENTE ASESORÍA Y CONSULTORÍAS TÉCNICAS Y AMBIENTALES.

Anteproyecto para la Gestión Integral de los RC&D en el Distrito Capital – Bogotá. Bogotá, Nov 2009. Disponible en :

<http://uaesp.gov.co/uaesp_jo/attachments/317_ANTEPROYECTO%20COAMBIENTE.PDF>

DENG, X., LIU, G., & HAO, JA study of construction and demolition waste management in HONG KONG. INTERNATIONAL CONFERENCE ON WIRELESS COMMUNICATIONS, NETWORKING AND MOBILE COMPUTING, WICOM pp 1-4, 2008.

KOFOWOROLA, O.F, & GHEEWALA, S.H.. Estimation of construction waste generation and management in Thailand. *Waste Management*, v 29, pp 731-738, 2008.

PINTO, T.P., & AGOPYAN, V. Construction waste as raw materials for low-cost construction products. PROCEEDING OF THE FIRST CONFERENCE OF CIB TG 16 ON SUSTAINABLE CONSTRUCTION. TAMPA, FLORIDA, pp 335-342, 1994.

POON, C.S., YU, A.T.W., & NG, L.H. On-site sorting of construction and demolition waste in Hong Kong. *Resources, Conservation and Recycling*, v 32 (2), pp 157-172, 2001.

WANG, J., YUAN, H., KANG, X., & LU, W. Critical success factors for on-site sorting of construction waste: A China study. *Resources, Conservation and Recycling*, v 54, pp 931-936, 2010.

ZHAO, W., LEEFTINK, R.B., & ROTTER, V.S.. Evaluation of the economic feasibility for the recycling of construction and demolition waste in China – The case of Chongqing. *Resources, Conservation and Recycling*, v 54 (6), pp 377-389, 2009.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTIÓN DE LOS RESIDUOS DE LA CONSTRUCCIÓN CIVIL EN LA CIUDAD DE ENCARNACION - PARAGUAY

LUCHIN RUMAK, Guillermo Yhor (1); MARTINEZ SOLIS, Hilda Graciela (2); BOGADO GONZÁLEZ MAYA, Jorge (3)

(1) Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ingeniería, +595982404344, e-mail: guillepy_1@hotmail.com, (2) Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ingeniería, +595975624906, e-mail: ykniplanena@hotmail.com, (3) Universidad Nacional de Itapúa, Facultad de Ingeniería, +595975633796, e-mail: jorgegmaya@gmail.com

RESUMEN

Este trabajo estudió a los residuos de la construcción civil (RCC), focalizándose en los residuos directos, siendo aquellos que salen de la obra en forma de basura. Sus objetivos fueron identificar el origen y las principales causas de su generación en la fase de estructura y mampostería, determinar el porcentaje de desperdicios directos en el hormigón y ladrillos, cuantificar e identificar la composición de un volumen representativo generado por una obra de edificación, verificar la zona de vertido de los mismos y su manera de eliminación. Los resultados obtenidos muestran que estos residuos aparecen por el escaso control en el proceso constructivo, por la mano de obra no calificada y por la mala calidad de los materiales empleados. En la composición de los residuos, se puede notar que existe un gran porcentaje de materiales reutilizables y reciclables. El destino final de los mismos, en la ciudad de Encarnación-Paraguay, normalmente es en el vertedero municipal, aunque también se verificó que en algunos casos estos terminan en vertederos ilegales, produciéndose un desperdicio de recursos y un desaprovechamiento de material reutilizable. Por otro lado, se constató que dicho país no cuenta con leyes para el manejo de los mismos.

Palabras-clave: Residuos de la construcción civil, desarrollo sustentable, reciclaje.

ABSTRACT

This work studied the residues from the civil construction, focusing on the direct waste, the ones that the construction leaves in the form of garbage. Its objectives were to identify the origin and the main causes of its generation in the phases of structure and masonry, determine the percentage of direct waste in concrete and bricks, quantify and identify the composition of a representative volume generated by a building trade, check the dumping area thereof and their way of elimination. The results show that these residues appear because of the insufficient control in the construction process, by unskilled labor and the poor quality of the materials. In the composition of the waste, it can be noticed a large percentage of reusable and recyclable materials. The final destination of these, in the city of Encarnación- Paraguay, is usually in the municipal rubbish dump, although it was found that in some cases these end up in illegal dumps, resulting a waste of resources and a waste of reusable material. Besides, it was found that this country has no laws to manage them.

Key words: civil construction waste, sustainable development, recycling.

1 INTRODUCCIÓN

Uno de los primeros trabajos realizados sobre este tema y considerado como el más grande y ambicioso, fue el de Skoyles & Skoyles (1987) en el Reino Unido, el cual pretendía obtener la verdadera cantidad de desperdicios que se producen en las obras, abarcando el estudio 114 construcciones diferentes.

Asimismo Brasil es uno de los países donde se ha llevado a cabo la mayor cantidad de trabajos al respecto, ello teniendo presente que las áreas para la recepción de los desechos se van agotando, requiriendo cada vez más un mayor transporte de los mismos, lo que implica una inversión extra para su eliminación, (SOUZA, 2005).

Según (REZENDE NETO, 2008) es de vital importancia reducir al mínimo la generación de residuos a través de la gestión y el uso de estos residuos.

Según la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN, 2011), los escombros generados en las construcciones están constituidos hasta un 50% o más, principalmente, por residuos de concreto, asfalto, bloques, arenas, gravas, ladrillos, tierra y barro. Otro 20% a 30% suele ser madera y productos afines, como formaletas, marcos y tablas; y el restante 20% a 30% de desperdicios son misceláneos, como metales, vidrios, asbestos, materiales de aislamiento, tuberías, aluminio y partes eléctricas. Cabe destacar también que la composición de los residuos en la construcción es variable dependiendo de la clase de infraestructuras de que se trate, la etapa en que se encuentre el proyecto y del tipo y distribución de las materias primas que utiliza el sector.

Para (SOUZA, 2005) las pérdidas constituyen toda la cantidad de material consumido, más allá de la cantidad teóricamente necesaria, indicada en las memorias del proyecto o en las demás prescripciones del constructor para que el producto pueda ser ejecutado. Dicho autor las clasifica en aparentes (directa) que son aquellas pérdidas que salen de la obra en forma de basura y ocultas en la naturaleza (indirecta) que representan a las pérdidas que se incorporan a la obra en la forma de componentes cuyas dimensiones finales son mayores a las proyectadas.

El tema investigado adquiere relevancia considerando que la industria de la construcción va creciendo de manera progresiva y a la par se incrementa la generación de los residuos. Tal circunstancia, genera problemas tales como la pérdida monetaria de la empresa, debido a la mala utilización de equipos, materiales y metodologías constructivas y a su vez el impacto negativo en el medio ambiente.

En estos últimos años, el sector de la construcción civil tuvo un notable incremento en la ciudad de Encarnación - Paraguay, razón por la cual es necesario implementar medidas y metodologías constructivas para la disminución de los residuos para contribuir al desarrollo sustentable de la ciudad.

Esta investigación tiene como objetivos identificar el origen y las principales causas de la generación de los residuos de la construcción civil en la fase de estructura y mampostería, determinar el porcentaje de desperdicios directos en el hormigón y ladrillos, cuantificar e identificar la composición de un volumen de residuos representativo que genera una obra de edificación, verificar la zona de vertido de los mismos y su manera de eliminación. Para ello, se analizaron siete edificaciones en la etapa de obra gruesa en la ciudad de Encarnación - Paraguay, para luego proponer soluciones y métodos aplicables a otras edificaciones a fin de evitar o minimizar la aparición de estos residuos.

2 MATERIALES Y METODOS

Para realizar la primera parte del trabajo de campo, dentro de las obras en la ciudad de Encarnación, se obtuvieron los permisos correspondientes en las distintas constructoras de la ciudad, lográndose la autorización de un total de siete obras.

2.1 Observaciones dentro de la obra

Tras las observaciones continuas realizadas en las obras estudiadas y teniendo en consideración los rubros especificados en los objetivos, los datos obtenidos fueron registrados en un cuaderno de campo, identificándose desperdicios derivados del deficiente manejo de los materiales, la baja calidad de los materiales empleados y a su vez la mala praxis en el proceso constructivo por parte de los operarios.

2.2 Porcentaje de desperdicio

El porcentaje de desperdicio fue analizado en dos materiales, el hormigón y los ladrillos, para obtener este valor representativo de desperdicio se utilizaron las planillas de la Tabla 2.1 y la Tabla 2.2

Tabla 2.1 Planilla para la recolección de datos de desperdicios en el hormigón.

Planilla para la recolección de datos							
Obra	A	B	C	D	E	F	G
Tipo de hormigón							
H. Cons.	V. Desp.			% Desp. H°			

Fuente propia.

Donde, *H.Cons.* Volumen de hormigón construido (*m*³)
V. Desp. Volumen de desperdicios de hormigón (*m*³)
% DespH° Porcentaje de desperdicio de hormigón (%)

Tabla 2.2 Planilla para la recolección de datos de desperdicios en los ladrillos.

Planilla para la recolección de datos							
Obra	A	B	C	D	E	F	G
Tipo de ladrillo							
V. Lad.							
C. Lad. / m ²							
M. Cons.	L. Ut.	V. Desp.	L. Desp.	% Desp. L.			

Fuente propia.

Donde, *V. Lad.* Volumen promedio de un ladrillo (*m*³)
C. Lad. / m² Cantidad de ladrillos utilizados en un metro cuadrado de pared (*un/m*²)
M. Cons. Metros cuadrados de pared construida (*m*²)
L. Ut. Cantidad de ladrillos utilizados en la pared construida (*un*)
V. Desp. Volumen de desperdicios de ladrillos (*m*³)
L. Desp. Cantidad desperdiciada de ladrillos (*un*)
% Desp. L. Porcentaje de desperdicios de ladrillos (%)

2.2.1 Desperdicio representativo en el hormigón

Para la obtención de este resultado previamente se identificó el tipo de hormigón utilizado, *in situ* o elaborado, luego se determinó el volumen total de la estructura de hormigón según los planos, y se corroboraron sus dimensiones al final de su construcción. Este valor se lo anotaba en la columna de H.Cons.de la Tabla 2.1

Al finalizar el cargamento de hormigón, se recolectaban los desperdicios en un recipiente de volumen conocido, en otros casos, solo disponían en forma de un prisma, a fin de determinar su volumen, registrándolos en la columna de V.desp.de la planilla.

En base a estos datos, se obtuvo un valor representativo del porcentaje de desperdicio de hormigón, que resulta ser:

$$\% \text{ Desp. } H^{\circ} = \frac{V.\text{desp.}}{H^{\circ}.\text{cons.}} \times 100 \quad (1)$$

Donde, $\% \text{ Desp. } H^{\circ}$ Porcentaje de desperdicio de hormigón (%)
 $V. \text{ Desp.}$ Volumen de desperdicios de hormigón (m^3)
 $H^{\circ}. \text{ Cons.}$ Volumen de hormigón construido (m^3)

2.2.2 Desperdicio representativo en los ladrillos

Para la obtención del resultado, se registraron tres valores como datos constantes, el tipo de ladrillo utilizado, las dimensiones promedio de un ladrillo $V.Lad.$ y la cantidad de ladrillos existentes en un metro cuadrado de pared construida $C.Lad.$, este último se lo determinaba de la siguiente manera, una vez construida la pared, se procedía a medir y marcar sobre la misma un área de un metro cuadrado, para luego realizar un conteo de ladrillos existentes en esa área.

En cada obra, al final del día, se realizó una certificación de los metros cuadrados de pared construida, registrándolos en la columna $M.Cons.$ de la Tabla 2.2, como también el volumen de desperdicios de ladrillos provenientes de la construcción de dicho rubro, este volumen se lo determinó juntando todos los restos de ladrillos quebrados y disponiéndolos de la forma más semejante a un prisma, para luego medirlo y obtener su volumen aproximado, registrando este dato en la columna $V.Desp.$

Luego, para obtener la cantidad de ladrillos desperdiciados se realizó el cociente entre el volumen de desperdicios y el volumen promedio de un ladrillo.

$$L. \text{ desp.} = \frac{V.\text{desp.}}{V.lad.} \quad (2)$$

Donde, $L.Desp.$ Cantidad desperdiciada de ladrillos (*un*)
 $V. Lad.$ Volumen promedio de un ladrillo (m^3)
 $V. Desp.$ Volumen de desperdicios de ladrillos (m^3)

Para hallar la cantidad de ladrillos utilizados en la pared construida, se realizó el producto entre los metros cuadrados construidos y la cantidad de ladrillos utilizados en un metro cuadrado de pared.

$$L. Ut. = M. Cons. \times C. Lad. \quad (3)$$

Donde, $L. Ut.$ Cantidad de ladrillos utilizados en la pared construida (*un*)
 $M. Cons.$ Metros cuadrados de pared construida (m^2)
 $C. Lad.$ Cantidad de ladrillos utilizados en un metro cuadrado de pared (*un*/ m^2)

Finalmente se obtuvo el valor representativo del porcentaje de desperdicio de ladrillos, que resulta ser la relación entre la cantidad de ladrillos desperdiciados y la cantidad de ladrillos existentes en la pared construida.

$$\% \text{ Desp. L.} = \frac{L.\text{desp.}}{L.\text{ut.}} \times 100 \quad (4)$$

<i>Donde,</i>	<i>% Desp.L.</i>	Porcentaje de desperdicio de ladrillos (%)
	<i>L. Desp.</i>	Cantidad desperdiciada de ladrillos (<i>un</i>)
	<i>L. Ut.</i>	Cantidad de ladrillos utilizados en la pared construida (<i>un</i>)

2.3 Composición de los residuos de la construcción civil

Para el estudio de la composición de los residuos de la construcción civil, fue seleccionado un contenedor representativo de una edificación en etapa de obra gruesa y el mismo fue transportado al Laboratorio de Materiales de Construcciones Civiles de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Itapúa para su detallada clasificación y cuantificación.

Para este proceso primeramente se depositaron los residuos sobre una base que evite su contacto directo con la superficie, procediéndose a la separación manual de los diferentes materiales que lo componen, comenzando por aquellos de mayor tamaño y de características diferentes. Para la separación de los áridos finos y gruesos, se utilizó el tamiz N° 4.

Una vez separados todos los materiales se procedió a pesarlos, utilizando bandejas metálicas debidamente identificadas y una balanza electrónica, registrándose los datos en la planilla de campo. Finalmente se realizó un trabajo de gabinete para obtener el porcentaje en peso de la composición de estos residuos de la construcción civil.

2.4 Disposición final de los residuos de la construcción civil

Con el fin de obtener información respecto a la existencia de leyes, ordenanzas o normativas sobre la gestión de residuos en la construcción civil, se efectuaron entrevistas a los responsables del área en la Municipalidad de la ciudad de Encarnación y a la secretaria encargada del Medio Ambiente (SEAM). También fueron entrevistados los dueños de las empresas de materiales de construcción y los respectivos encargados del transporte de los contenedores. Para validar las respuestas, se realizó un seguimiento sin previo aviso a los encargados de retirar los contenedores con los residuos de las construcciones.

3 RESULTADOS Y DISCUSIONES

3.1 Llegada y acopio de materiales

En los ladrillos comunes se observaron pérdidas en el momento de descarga de los mismos en la obra. El fácil quiebre de estos se produjo debido a la falta de cuidado en su manejo. Los ladrillos huecos tuvieron un bajo porcentaje de desperdicios en comparación al anterior. En cuanto a los ladrillos vistos el desperdicio fue aún menor, casi nulo, ya que fueron transportados sobre pallets y además contaban con una resistencia mucho mayor que los dos anteriores. En los ladrillos prensados se observó poco porcentaje de desperdicios, sin embargo tal resultado fue variando con el cambio de proveedores, notándose mala cocción y por lo tanto aumentado los quiebres.

En cuanto al cemento, en todas las obras visitadas, se advirtió las condiciones básicas para su buen almacenamiento, como ser la correcta separación del suelo y de las paredes, ubicados en un lugar seco y a una altura necesaria para su apilamiento.

El almacenamiento de los áridos, tanto para la arena y la piedra, se realizaba en sitios no apropiados puesto que su ubicación simplemente dependía de la existencia de espacios libres. El bajo control para el buen acopio de los áridos produjo la contaminación de los mismos, por el contacto con superficies inapropiadas como también por la mezcla entre ambos materiales. Otro punto a detallar es la pendiente existente en los lugares de almacenamiento, que en ocasiones de lluvia provocaron el arrastre de los materiales, en especial del árido fino.

El acero, en la mayoría de las obras visitadas, no reunió las condiciones básicas para su almacenamiento, la directa colocación de este sobre el suelo y a la intemperie, en contacto con residuos orgánicos y grasas, provocó la oxidación del mismo y algunas de las empresas procedieron a su rechazo para su utilización en obra.

3.2 Utilización de materiales y prácticas constructivas

3.2.1 Ladrillos

En el traslado interno, del depósito al lugar de trabajo, como también al momento de cortarlos para un uso específico, se observó quiebres en los ladrillos, sea por la mala calidad de los mismos, por la defectuosa utilización de las herramientas o por el no uso de herramientas acordes a las exigencias. Un detalle a tener en cuenta es que los personales de obras no utilizaban los ladrillos ya cortados, sino que utilizaban nuevos ladrillos para cortarlos y utilizarlos en la construcción de la mampostería.

Otra etapa en la cual se produjo desperdicio fue en el momento de terminación del cerramiento de un piso, puesto que cuando quedaban sobras de ladrillos en dicha zona el encargado de la obra no procedía a su almacenamiento para la posterior utilización.

3.2.2 Hormigón

El desperdicio de hormigón se producía principalmente por la mala elaboración del encofrado notándose que el mismo fluía a través de las aberturas.

En el hormigón *in-situ* se observó claramente un mayor desperdicio en comparación al hormigón elaborado. Ello fue así, debido a la pérdida de sus componentes como consecuencia del mal almacenamiento y asimismo el uso de maquinarias en mal estado. En el momento de elevación del hormigón a pisos superiores, se observaron pérdidas por debajo de los guinches como también al cargarlo. También los desperdicios se generaron por el retraso del hormigonado debido a las averías del motor, y esta espera provocó la pérdida del material ya fabricado.

El desperdicio en el hormigón elaborado fue menor al hormigón *in situ* y en los casos que se contaba con un buen encofrado el desperdicio era casi nulo. Sin embargo, se pudo notar que al momento de solicitar el hormigón, se pedía una cantidad extra y por este motivo se producían pérdidas puesto que el pedido en demasía no era utilizado.

3.3 Porcentaje de desperdicio en ladrillos y hormigón

3.3.1 Ladrillos

Los desperdicios promedios representativos encontrados en los 4 tipos de ladrillos estudiados, fueron los siguientes

Tabla 3.1 Valor representativo del desperdicio de ladrillos

Tipo de ladrillos	Porcentaje de desperdicio
Ladrillo prensado	3.1 %
Ladrillo cara vista	3 %
Ladrillo Común	7 %
Ladrillo hueco	2.9 %

Fuente propia

3.3.2 Hormigón

Los valores representativos obtenidos a causa del desperdicio en el hormigón fueron:

Hormigón *In-Situ*: en las diferentes obras estudiadas, se notaron valores muy diferentes de desperdicios, las cuales varían entre el 3 % al 6 %.

Hormigón Elaborado: en todas las obras estudiadas, donde se utilizó este tipo de hormigón, se observó que los desperdicios fueron menores al *In-Situ*, obteniendo valores entre el 0.05 % al 1 % de desperdicios, en donde una cierta cantidad de hormigón quedaba dentro del mixer, y no era utilizado, ya que el encargado lo vertía en cualquier sitio para evitar el endurecimiento del mismo dentro del mixer.

3.4 Disposición final de los residuos de la construcción civil

Las entrevistas fueron realizadas a tres empresas de la ciudad de Encarnación y sus propietarios respondieron de manera similar a las preguntas que le fueron dirigidas. Dichas respuestas fueron:

En el caso de que los contenedores alberguen residuos con solamente escombros, ladrillos, mortero y hormigón endurecido, entre otros y libres de contaminantes se los lleva a un lugar determinado de la empresa para luego poderlos vender.

En caso contrario, si estos residuos presentan, además de escombros, una variedad de materiales utilizados en la construcción de las edificaciones, tales como altos contenidos de residuos degradables, caños corrugados, retazos de varillas de aceros y conductores, maderas, entre otros, se los transporta al vertedero municipal.

Las respuestas de los choferes, a la encuesta realizada fue que casi la totalidad de los contenedores son llevados al vertedero municipal de la ciudad de Encarnación, estos residuos se los utiliza para cubrir la superficie final del relleno sanitario.

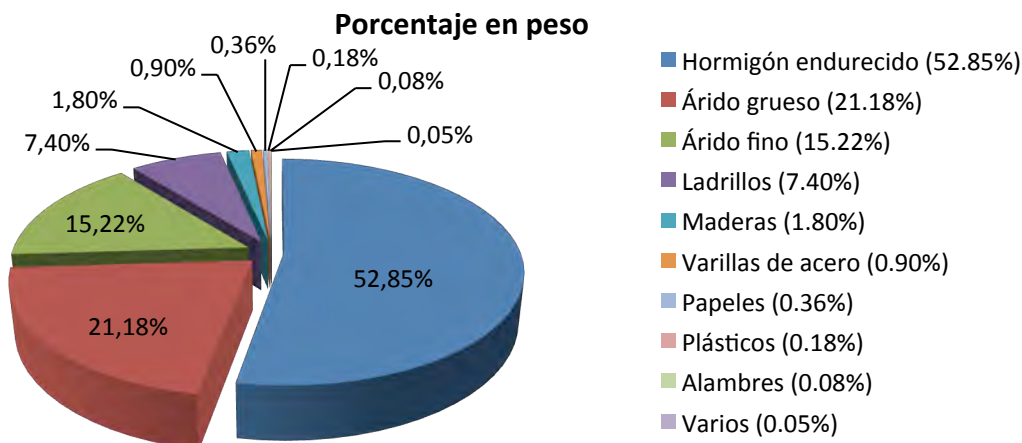
El seguimiento a los transportes de contenedores nos reveló que el destino final de los residuos de la construcción es el vertedero municipal. De igual manera, haciendo un sondeo por los barrios de la ciudad de Encarnación pudimos observar varios lugares que servían como vertederos clandestinos de los residuos sólidos de las construcciones, desconociéndose quienes fueron responsables de arrojarlos. Cabe destacar que, tanto el municipio de Encarnación y la Secretaría del Ambiente no poseen normativas ni leyes

con relación a la gestión de los RCC, basándose únicamente hasta el momento por la ley referente al manejo de los residuos sólidos urbanos.

3.5 Composición de los residuos de las construcciones civiles

Los datos obtenidos al analizar la composición de los residuos de la construcción civil del contenedor representativo escogido fueron los indicados en la Tabla 3.2

Tabla 3.2 Gráfico de la composición de los RCC



Fuente propia

4 CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

- En las obras estudiadas se notó un mal manejo en el almacenamiento de los materiales.
- Lo fundamental para evitar los residuos de la construcción civil radica en ejercer un buen control dentro la obra.
- La capacitación constante del personal y su incentivo hacia las “3 R” reducir, reutilizar y reciclar minimizarían la generación de los residuos en las construcciones civiles.
- La calidad de los materiales empleados influye en la generación de los residuos.
- La clasificación y separación de los residuos, antes de ser retirados de las construcciones, beneficia su posterior manejo.
- En la composición de los RCC se obtuvo alrededor del 90% de áridos inertes, los cuales pueden ser reutilizables y reciclables.
- Como a estos residuos se los deposita normalmente en el vertedero municipal, se solicitó a la Municipalidad de la ciudad de Encarnación - Paraguay un terrero para la libre disposición de los residuos de la construcción civil, en donde cualquier persona interesada pueda tener el libre acceso para depositar y retirar los RCC.

REFERENCIAS

- REZENDE NETO, R.S. **Proposta de implantação do gerenciamento de resíduo de construção e demolição em um edifício multifamiliar de uma construtora cearense.** 2008. 49p. Monografía (Trabalho de conclusão de curso) -Universidade de Fortaleza.
- SKOYLES, E.R., SKOYLES, J. **Waste prevention on site.** Londres: Mitchell, 1987.

SOUZA, Ubiraci. **Como reduzir perdas nos canteiros, Manual do gestão do consumo de materiais na construção civil.** São Paulo: PINI, 2005. 128p.

UICN. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales. **Guía de manejo de escombros y otros residuos de la construcción.** San Rafael de Alajuela: [s.n.], 2011. 90p.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTÃO DE RESÍDUOS EM CANTEIROS DE OBRAS DE PEQUENO PORTE

HIPPERT, Maria Aparecida S. (1); RODRIGUES, Raphaela M. (2)

(1) Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 21023405, e-mail: aparecida.hippert@ufjf.edu.br

(2) Universidade Federal de Juiz de Fora, (32) 21023405, e-mail: raphaela.merhi@engenharia.ufjf.br

RESUMO

Diante de um cenário de crescimento da construção civil e uma preocupação cada vez maior com a sustentabilidade surge um grande problema que é a geração de resíduos nos canteiros de obra. Esta enorme geração de resíduos associada a sua deposição irregular acarretam sérios impactos negativos, nos campos social, ambiental e econômico dos centros urbanos. Tal fato ressalta a necessidade das empresas adotarem Programas de Gestão de Resíduos da Construção Civil. O objetivo deste trabalho é discutir a gestão dos resíduos no canteiro de obras. A metodologia utilizada considera uma pesquisa bibliográfica e um estudo de caso junto a oito empresas construtoras atuantes na cidade de Juiz de Fora. Com resultado tem-se que a adoção de um Projeto de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil é o passo inicial para se alcançar canteiros de obras mais organizados e para se conquistar melhores desempenhos em relação ao adequado manejo dos resíduos e sua correta destinação. Porém para que esse projeto funcione é necessário um envolvimento de diversos agentes que, mesmo que de forma indireta, também são responsáveis pela geração e destinação dos resíduos.

Palavras-chave: Resíduos da construção civil, Canteiro de obras, Gerenciamento de Resíduos.

ABSTRACT

Because of the growth in the construction industry, and the increasing concern for sustainability, a problem arises about the generation of waste at construction sites. The huge generation of waste, associated with its irregular disposal, brings serious negative impact on the social, environmental and economic fields of urban centers. This highlights the need for building companies to adopt Construction Waste Management Programs. This paper discusses the management of waste at the construction sites. The methodology includes a literature review, and a case study with eight construction companies working in the city of Juiz de Fora. As a result, we have notices that the adoption of a Construction Waste Management Program is the first step to achieve a better organized building site, and also a better performance in the management of waste and its proper disposal. But for this program to work, it is necessary to involve several agents that, even if indirectly, are also responsible for the generation and disposal of waste.

Keywords: Construction waste, Construction Site, Waste Management.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é reconhecida como uma das mais importantes atividades para o desenvolvimento econômico e social do país, sendo responsável por uma parcela significativa do Produto Interno Bruto (PIB) e pelo enorme contingente de pessoas que emprega, direta ou indiretamente, ocupando posição de destaque na economia nacional (LORDÉLO *et al*, 2006). Contudo, comporta-se ainda, como grande geradora de

impactos ambientais, quer seja pelo consumo de matérias-primas não renováveis, que de uma forma geral trazem muitos impactos na sua extração, pela modificação da paisagem, pelo grande consumo energético ou pela expressiva geração de resíduos.

Estima-se que o setor utilize entre 20 e 50% do total de recursos naturais consumidos pela sociedade (JOHN, 2000) e, gere aproximadamente 40% dos resíduos totais produzidos (LAMBERTS, WESTYPHAL *apud* VAZQUEZ *et al*, 2008).

Lima, Lima (2009) afirmam que, grande parte dos resíduos gerados pela construção civil – RCC se devem as perdas de materiais na obra, provenientes das fases de execução, assim como pelos restos de materiais que são perdidos por danos no recebimento, transporte e armazenamento. Diante deste contexto, torna-se imprescindível a adoção de práticas mais sustentáveis, visando reduzir os impactos gerados pela má gestão dos canteiros de obras.

A Resolução CONAMA nº 307/02 (BRASIL, 2002), estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos RCC, os quais devem ser seguidos pelos geradores de resíduos. Esta Resolução também estabelece que grandes geradores (construtores) deverão elaborar Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil. Este sistema contemplará a reciclagem, o reaproveitamento e destinação de resíduo, incluindo planejamento, responsabilidades, práticas, procedimentos e recursos para desenvolver e implementar as ações necessárias ao cumprimento das etapas previstas em programas e planos.

Na área acadêmica é crescente o número de trabalhos com propostas para a gestão do RCC. Brum (2013), por exemplo, relaciona vários autores (Lima e Lima, 2009, Moreira e Cunha, 2008, Novaes e Mourão, 2008, Blumenschein, 2007, Barreto, 2005, Cunha, 2005, Pinto, 2005 e Barkokébas, 2003) que apresentam aspectos relativos a um Programa de gestão de RCC com diretrizes para a sua elaboração e implantação nos canteiros de obras.

Desta forma, este trabalho tem por objetivo analisar a forma como as empresas vêm realizando a gestão dos RCC em seus canteiros de obras. Ela deve começar com uma preocupação ainda na fase de projeto, na não geração de resíduos ou na minimização e posteriormente na sua reutilização, reciclagem ou mesmo descarte. Para isto são pesquisados nove canteiros de obras na cidade de Juiz de Fora. Embora os resultados não possam ser utilizados com validade estatística, serve para apontar os caminhos que esta temática vem assumindo na cidade.

2 METODOLOGIA

O trabalho considera uma revisão bibliográfica seguida de um estudo de caso junto a nove canteiros de obras de oito empresas atuantes na cidade de Juiz de Fora. Estas empresas possuem destacada atuação na cidade, se mostram abertas às inovações e se dispuseram a participar da pesquisa. O Quadro 1 apresenta um resumo da caracterização das empresas e obras estudadas.

Para a realização das entrevistas foi utilizado um questionário adaptado de Petrônio (2010). O trabalho deste autor teve por objetivo propor diretrizes para a implantação de canteiros de obras com menor impacto ambiental, tomando como referência o referencial AQUA. O questionário proposto por Petrônio (2010) contempla três partes: caracterização das empresas, otimização da gestão de resíduos no canteiro de obras e redução dos incômodos, poluição e consumo de recursos causados pelo canteiro de obras. No presente estudo foram utilizadas as questões referentes às duas primeiras

partes, caracterização da empresa (13 questões) e otimização da gestão de resíduos. A otimização contempla 18 questões distribuídas nos temas Minimização da produção de resíduos (9 questões), Beneficiamento dos resíduos (8 questões) e Correta destinação final (1 questão) (Quadro 2). Para os temas Minimização e Beneficiamento é verificado o atendimento às questões formuladas enquanto para o tema Destinação são levantadas as ações realizadas no canteiro. As respostas à estas 18 questões permite que seja estabelecido um indicador referente à otimização da gestão de resíduos no canteiro de obras.

Quadro 1 – Resumo da caracterização das empresas e obras

Empresa	Obra	Padrão	Uso	No. Torres	Estágio da Obra	No. Funcionários
A	1	Alto	Residencial	1	Acabamento	60
B	2	Alto	Residencial	2	Alvenaria	68
C	3	Alto	Residencial	1	Alvenaria	62
	4	Alto	Comercial	1	Alvenaria	60
	5	Médio	Residencial	1	Acabamento	60
E	6	Médio-baixo	Residencial	6	Alvenaria/ Acabamento	240
F	7	Médio	Residencial/ Comercial	2	Alvenaria/ Acabamento	166
G	8	Alto	Residencial	5	Alvenaria	177
H	9	Alto	Residencial	1	Fundação	37

Fonte: AUTORES

Para as respostas foi adotado o seguinte critério: POSITIVA, caso a empresa adote as ações em todo o canteiro, NEGATIVA, em caso contrário e PARCIAL quando a empresa adota as ações questionadas em algum setor do canteiro, porém, não no canteiro como um todo. Todas as entrevistas foram realizadas no canteiro de obras com o acompanhamento do responsável pela obra.

3 RESULTADOS E ANÁLISES

Os resultados mais representativos obtidos em cada canteiro de obras são apresentados a seguir

A obra 1, apresenta um acabamento diferenciado com elevada perda de material e consequente geração de resíduos. No combate a esta geração a empresa treina sua mão de obra para a separação dos resíduos por classe. O plástico e o papel são entregues a um catador de rua. A madeira é vendida para uma fábrica de jeans que as utiliza como lenha para fornos e o ferro é separado e vendido ao ferro velho.

Além dos materiais citados, os resíduos que ainda são possíveis de serem reutilizados, como por exemplo, lajotas de demolição em bom estado, são separados em local pré-determinado e reutilizados para enchimento de pisos.

Quadro 2 – Questões referentes à Otimização da Gestão de Resíduos

Item	Descrição
1	Quais destas ações são adotadas no canteiro para minimizar a produção de resíduos?
Q1	Adota coordenação modular
Q2	Adota modulação rigorosa de componentes de alvenaria, revestimentos de pisos e divisórias
Q3	Realiza escolha de produtos que impactem menos o meio ambiente
Q4	Realiza escolha de processos e sistemas que gerem menos resíduos
Q5	Realiza escolha de produtos cujas embalagens gerem menos resíduos
Q6	Evita processos de quebras por conta de embutimentos
Q7	Elabora projetos de execução
Q8	Promove o envolvimento dos agentes que contribuem para a eficácia da redução da geração de resíduos
Q9	Adota algum tratamento especial nas estruturas visando aumentar a durabilidade e ampliar a vida útil das mesmas
2	Quais destas ações para beneficiamento dos resíduos são adotadas
Q1	Quantifica os resíduos de uma forma geral
Q2	Quantifica os resíduos por categoria
Q3	Identifica cadeias locais para revalorização e eliminação dos resíduos
Q4	Analisa a natureza e custo da eliminação
Q5	Promove moagem e reuso local dos resíduos de classe A (inertes)
Q6	Promove reciclagem de resíduos de classe B (metais, vidro, papel, plástico, madeira)
Q7	O canteiro possui PGRCC
Q8	Existe um sistema de auditorias periódicas com check-lists para acompanhamento do PGRCC
3	Quais as ações adotadas para se assegurar a correta destinação dos resíduos

Fonte: AUTORES

A obra 2, com duas torres de 32 e 36 pavimentos respectivamente, é uma grande geradora de resíduos. Para tentar reduzir estes resíduos a empresa adota alguns procedimentos como: peneiramento da argamassa que não será mais usada com a separação da parte fina para ser reutilizada na fabricação de nova argamassa. Além disto, faz a separação da madeira e aquela sem condição de ser usada para a construção é doada para um abrigo da cidade assim como os resíduos de papel que são separados e entregues a um catador. Uma outra ação adotada pela empresa, visando a redução da geração de resíduos é a modulação de revestimentos cerâmicos a fim de se evitar as sobras.

A obra 3 utiliza a instalação elétrica embutida na alvenaria o que evita o rasgo dos blocos cerâmicos. A empresa também faz a separação da madeira que é encaminhada para uma padaria. Os demais resíduos são retirados pelas caçambas. A empresa reaproveita água de chuva para uso em descargas de banheiro e jardins.

A obra 4, apesar de não produzir muitos resíduos devido ao porte e método construtivo adotado na obra, treina sua mão de obra para que a produção de resíduos seja minimizada através da adoção de processos mais conscientes.

A empresa adota o drywall, para as paredes internas, o que reduz a produção de resíduos. Outro procedimento utilizado é a compra de barras de aço cortadas e dobradas reduzindo assim o desperdício com as sobras de aço. A empresa também separa seus resíduos de madeira e os encaminha para padarias sendo os demais resíduos gerados encaminhados para o bota-fora.

Na obra 5, a produção de resíduos era alta, pois cada apartamento possui um projeto e um acabamento individual escolhido pelo proprietário. Assim, a empresa optou pela instalação de um duto ao longo dos pavimentos da edificação para que o resíduo gerado em cada pavimento, que não fosse ser reaproveitado, fosse jogado neste duto e caísse diretamente na caçamba, diminuindo o tempo do transporte do resíduo à caçamba.

A obra 6, por ser toda executada em alvenaria estrutural, possui uma produção baixa de resíduos. A instalação hidráulica é executada através de *shafts*, o que também contribui para a menor geração de resíduos. A empresa treina seus funcionários para que eles promovam a separação dos resíduos por classe e sejam destinados de forma correta. A madeira é vendida e o papel e o plástico são encaminhados à catadores.

Na obra 7, a única medida adotada de gestão de resíduos é a reutilização de parte dos resíduos de classe A, como tijolos e resto de argamassa, para enchimento de pisos. A madeira e ferro são vendidos.

A obra 8 não possuiu ações significativas de gerenciamento de resíduos. A empresa promove a separação dos resíduos classe B. Entretanto, apesar de a empresa treinar sua mão de obra para que a produção de resíduos seja minimizada e, seja dada destinação correta aos demais resíduos produzidos, grande parte dos resíduos são destinados de forma incorreta.

A obra 9 apesar de ainda estar na fase da fundação, apresenta uma grande consciência e responsabilidade com relação à geração de resíduos. Já na fase de projeto foram adotados processos visando uma construção mais sustentável. Para isso o projeto estrutural foi desenvolvido com altura padronizada de vigas para que todas as paredes possuam número igual de fiadas e para que seja evitada a quebra de lajotas. E ainda, as lajes serão nervuradas e com uso de barras retas para que se evitem sobras de aço.

Verifica-se após a realização das entrevistas que ao contrário do esperado, as empresas menores e que ainda não possuem nenhuma certificação de qualidade, tem uma maior preocupação com os resíduos produzidos em seu canteiro de obras. As empresas A, B, C, G e H são empresas de pequeno e médio porte, atuam principalmente na cidade de Juiz de Fora e ainda não possuem nenhuma certificação. Contudo, foram as que mais se mostraram preocupadas com a destinação final de seus resíduos e também com a reutilização e reciclagem dos mesmos, adotando procedimentos adequados para tal fim.

Já as empresas E, F e G não se mostraram muito empenhadas na redução do desperdício. Suas obras são de grande porte e demandam ações mais sistematizadas para que os resultados possam ser obtidos.

Um fato que foi observado e que é de fundamental importância para que as empresas consigam destinar, reciclar e/ou reutilizar seus resíduos, é que nenhuma das empresas entrevistadas possui um PGRCC. Este projeto é o passo inicial para uma construção

mais sustentável, pois através dele os construtores conseguirão gerenciar os resíduos desde a fase de planejamento até o final da obra.

A Tabela 1 sumariza as respostas obtidas pela aplicação do questionário. Na análise da tabela percebe-se que as ações adotadas no canteiro para **minimização da produção de resíduos** são ainda discretas. Porém, quase todas as obras já adotam, ainda que de forma tímida, ações conscientes e realizam o treinamento de sua mão de obra, visando a redução do desperdício no canteiro e obtenção de obras mais limpas e mais sustentáveis.

Tabela 1 – Respostas obtidas pela aplicação do questionário (%)

Empresa	Respostas	1	2	3	4 (1+2+3)
A	Positiva	33	38	0	33
	Negativa	45	62	100	56
	Parcial	22	0	0	11
B	Positiva	33	38	0	33
	Negativa	45	62	100	56
	Parcial	22	0	0	11
C	Positiva	56	38	0	44
	Negativa	44	62	100	56
	Parcial	0	0	0	0
D	Positiva	56	38	100	44
	Negativa	22	62	0	39
	Parcial	22	0	0	17
E	Positiva	67	25	0	44
	Negativa	33	75	100	56
	Parcial	0	0	0	0
F	Positiva	11	25	0	17
	Negativa	89	75	100	83
	Parcial	0	0	0	0
G	Positiva	11	25	100	22
	Negativa	78	75	0	72
	Parcial	11	0	0	6
H	Positiva	67	25	0	44
	Negativa	33	75	100	56
	Parcial	0	100	0	0
Total	Positiva	42	31	25	35
	Negativa	48	68	75	59
	Parcial	10	1	0	6

1 = Minimização da produção de resíduos 2 = Beneficiamento dos resíduos 3 = Correta destinação final
4 = Otimização da gestão dos resíduos canteiro de obras

Fonte: AUTORES

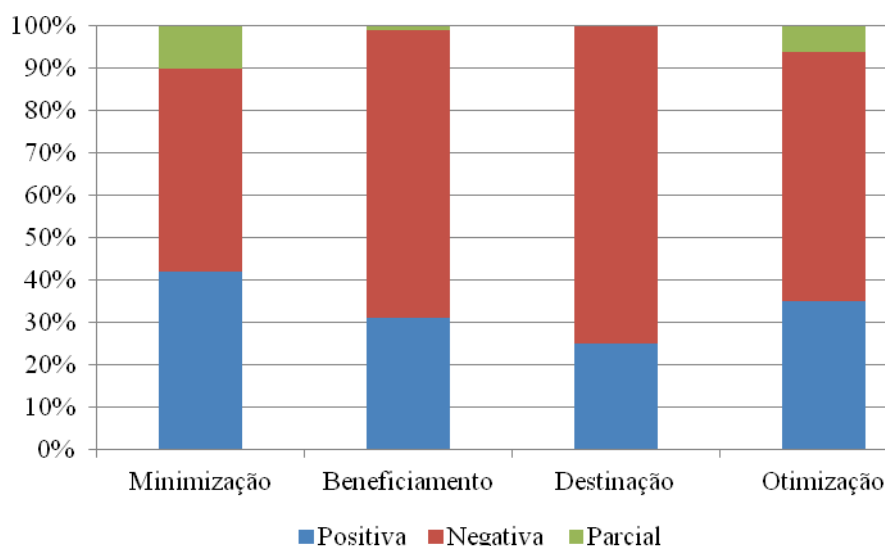
Já com relação as ações de **beneficiamento dos resíduos** as respostas ficaram aquém do esperado, pois nenhuma das obras entrevistadas faz a quantificação dos seus resíduos. Esta quantificação tem importância para que se possa ter consciência e ciência da quantidade de resíduos que está sendo gerado e a partir desse número buscar soluções para minimizar o problema. Este é, inclusive, um dos indicadores contidos no SiAC.

Quanto às ações adotadas para assegurar a **correta destinação dos resíduos** somente D e G se preocupam com a destinação dos resíduos recolhidos pela caçamba. As demais simplesmente contratam a empresa para recolher o resíduo e, a partir do momento que a caçamba deixa obra não tem mais controle sobre a destinação e descarte destes resíduos.

No total, as ações para **otimização da gestão dos resíduos nos canteiros de obras** nestas empresas tem muito ainda a evoluir, pois as ações efetivamente adotadas nos canteiros estão muito inferiores as ideais. As respostas negativas (39%, 56%, 72%, 83%), de uma maneira geral, foram superiores as positivas (17%, 22%, 33%, 44%).

Embora o estudo considere empresas e obras diferentes pode-se ter uma visão mais global da gestão de resíduos nestas empresas estudadas analisando a Figura 1.

Figura 1 – Total de respostas obtidas



Fonte: AUTORES

Da mesma forma que na análise individual têm-se que a quantidade de ações negativas referentes à **otimização da gestão dos resíduos nos canteiros de obras** suplanta as ações positivas. Desta maneira, mediante a análise dos dados, conclui-se que ainda há muito que ser feito para se alcançar obras mais limpas e mais sustentáveis e que causem o menor impacto ao meio ambiente. Uma ação que poderá mudar esse quadro atual da construção na cidade é a adoção de um plano municipal de gestão de resíduos. Ele já foi elaborado e aguarda legislação específica para que possa entrar em vigor. Isto exigirá das empresas uma mudança em relação à gestão dos resíduos nos canteiros de obras.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho buscou analisar a gestão de resíduos em canteiros de obras ao longo de todo o ciclo do empreendimento, isto é, desde a fase de projeto com a preocupação na não geração de resíduos ou na minimização e posteriormente na sua reutilização, reciclagem ou mesmo descarte.

O país, de uma forma geral, já apresenta um avanço no que diz respeito aos RCC, em função de suas Leis, Resoluções, Normas Técnicas e incentivos financeiros do governo voltados especificamente para os agentes envolvidos com o RCC. Entretanto, as empresas entrevistadas ainda não adotam ações sistematizadas visando um canteiro de obras mais sustentável. Em nenhuma das nove obras visitadas existe um Projeto de Gerenciamento de RCC. As únicas medidas adotadas nestas empresas referem-se à separação e correta destinação dos resíduos de classe B. Apenas uma das empresas realiza a reciclagem dos resíduos classe A dentro da obra. As demais empresas reutilizam parte destes resíduos sendo o restante descartado. Porém, a partir do momento em que os resíduos saem da obra não há um controle em relação ao correto descarte. Outro item observado nas entrevistas foi que nenhuma das obras possuía um controle quantitativo dos resíduos gerados e nem das perdas de materiais devido ao desperdício. Vale ressaltar que esta quantificação já é inclusive cobrada das empresas que tem SiAC implantado em função da sua revisão em 2012.

A gestão eficaz dos resíduos é o passo inicial para que o resíduo da construção civil deixe de se tornar um agente negativo para a sociedade, a economia e o meio ambiente dos centros urbanos e passe a ser um agente positivo, que auxilie a produtividade e o desempenho das empresas. Porém para que ela ocorra é necessário o envolvimento de diversos agentes que, mesmo que de forma indireta, estão envolvidos com a geração e destinação dos resíduos. Os fabricantes, importadores, distribuidores, comerciantes e consumidores dos produtos que são incorporados pela construção civil representam esta parcela indireta, devendo compartilhar desta responsabilidade. Para isto, faz-se necessário uma maior conscientização de todos os envolvidos.

Em termos legais, a cidade de Juiz de Fora já possui um PIGRCC, porém este ainda não está em vigor, dependendo de legislação municipal. A partir do momento que este plano for implantado as empresas da cidade terão de se adaptar e os resíduos não serão simplesmente encaminhados ao Aterro Sanitário do Município como é feito nos dias atuais. Com esta medida não só o Município será beneficiado com, por exemplo, o aumento da vida útil do Aterro Sanitário, mas toda a região com a redução do impacto ambiental causado por este RCC.

REFERÊNCIAS

- BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). **Resolução CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002**. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasil, 2002. 3 p.
- BRUM, F.M. **Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública – o caso da UFJF**. 2013. 100f. Dissertação (Mestrado em Ambiente Construído) – Faculdade de Engenharia da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora.
- JOHN, V.M. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição a metodologia de pesquisa e desenvolvimento**. 2000. 113f. Tese (Doutorado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

LIMA, R. S.; LIMA, R. R. R. **Guia para elaboração de projeto de gerenciamento de resíduos da construção civil**. Serie de publicações temáticas do CREA-PR, Paraná, 2009. 58 p.

LORDÊLO, P. M.; EVANGELISTA, P. P. A.; FERRAZ, T. G. A. **Programa de gestão de resíduos em canteiros de obras: método, implantação e resultados**. In: Programa de Gestão de Resíduos da Construção Civil, SENAI/BA, 2006.

VAZQUEZ, E.G.; ROSSI, A.M.G.; BOZZETTI, M.P. Aspectos da construção sustentável na arquitetura organicista de Frank Lloyd Wright. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12, Fortaleza 2008. Anais... Fortaleza: ENTAC, 2008.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

REDUÇÃO E RECICLAGEM DE RCD EM OFICINAS TÉCNICAS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

SILVA, Tamir Farias (1); ALMEIDA, Edna dos Santos (2); ALBERTE, Elaine Pinto Varela (3)

(1) Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, e-mail: tamirs@fieb.org.br (2) Faculdade de Tecnologia SENAI CIMATEC, e-mail: ednasa@fieb.org.br, (3) Universidade Federal da Bahia, e-mail: elaine.varela@ufba.br

RESUMO

A falta de profissionais qualificados para atender a Indústria da Construção Civil é uma grande dificuldade deste setor. O SENAI se destaca pela oferta de cursos para atender este mercado. Observa-se, contudo, que estas qualificações contam com práticas que geram, inevitavelmente, importante quantidade de resíduos de construção e demolição (RCD). O artigo analisa os resultados da implementação piloto de ações para redução e reciclagem de RCD no curso de auxiliar de obras. Foram implantadas e analisadas instruções de trabalho (IT) seguindo os conceitos de coordenação modular e paginação, bem como ações de reciclagem do RCD gerado para a produção de blocos de concreto a serem utilizados nas aulas. Foram realizadas comparações dos quantitativos de RCD gerados por distintos grupos de discentes. Para análise dos blocos foram realizados ensaios dimensionais e de resistência, segundo a ABNT NBR 6171/14. Observou-se que a aplicação da nova IT promoveu uma significativa redução de resíduos. Os blocos produzidos com agregado reciclado atenderam a norma, alcançando ótimos resultados ao serem reutilizados na elevação de alvenaria em novas oficinas. Finalmente, a inserção dessas práticas promoveu uma maior conscientização do discente, permitindo que seu processo de capacitação fosse mais completo e coerente com as necessidades atuais da Indústria.

Palavras-chave: Construção Civil. RCD. Capacitação.

ABSTRACT

The lack of qualified professionals is one of the challenges of the Construction sector. SENAI stands out by offering courses to meet this market. It is noted, however, that these courses include practices that inevitably lead to the generation of significant amount of construction and demolition waste (CDW). The article analyzes the results of a pilot implementation of actions for reduction and recycling CDW in technical courses. Work instructions (WI) were implemented and analyzed following the concepts of modular coordination and layout as well as the recycling CDW practices for the production of concrete blocks to be used in classes. Quantitative comparisons of CDW generated by different groups of students were done. Dimensional and resistance tests of the blocks were performed according to NBR 6171/14. It was observed that the application of the new WI promoted a significant waste reduction. The blocks produced with recycled aggregate met the standards, achieving excellent results to be reused in the masonry work. Finally, the inclusion of these practices promoted greater awareness of the student, making their training process more complete and consistent with the current needs of industry.

Keywords: Civil Construction. CDW. Training.

1 INTRODUÇÃO

A falta de profissionais bem qualificados para atender a Indústria da Construção Civil é uma grande dificuldade deste setor, que caracteriza-se pelo relevante uso de mão de obra em seus processos de produção. Instituições de ensino, como o SENAI, se destacam pela oferta de cursos para atender a este mercado. Observa-se, contudo, que estas qualificações, além das aulas teóricas, contam também com aulas práticas, as quais geram uma quantidade significativa de resíduos de construção e demolição (RCD).

A geração de RCD nestes espaços de ensino ocorre em boa parte devido à própria característica da atividade, que compreende ações de demolição dos elementos construtivos desenvolvidos pelos discentes no final das práticas. O RCD gerado no local, no entanto, também se deve à falta de planejamento dos recursos materiais utilizados, à pouca experiência e habilidade dos discentes, além da pouca preocupação e falta de conhecimento dos mesmos frente às questões ambientais.

Souza (2013) aponta como um dos grandes problemas existentes nos canteiros de obra a falta de controle na fonte geradora de resíduos, momento onde ocorre grande desperdício (perdas evitáveis), seja pelo uso excessivo de matéria prima, ou pela geração de sobras durante as obras em canteiros.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a implementação de ações para promover a redução e reciclagem de RCD em oficinas práticas de cursos técnico-profissionalizantes ofertados pela área de Construção Civil do SENAI-BA. Para tal, foi implementada nova instrução de trabalho nas oficinas, que leva em conta ações para redução dos resíduos, e comparados os resultados obtidos pelo método tradicional. Foi, ainda, avaliada a reciclagem de RCD como agregado para a produção de blocos de concreto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Fernandes e Amorim (2014) afirmam que o setor da construção civil é responsável por até 50% de consumo dos recursos naturais, sendo ainda, o maior gerador de resíduos de toda a sociedade. Em contrapartida, ainda hoje poucas são as construções do país que seguem de fato a Resolução CONAMA No. 307/02. A referida resolução estabelece, desde 2002, diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de RCD, determinando que o agente gerador de resíduos é o responsável pela redução das perdas e das gerações de resíduos; gestão de resíduos sólidos durante os processos construtivos; e promoção de práticas de reciclagem e de ações voltadas à pesquisa e desenvolvimento na área.

No Brasil, é incipiente a quantidade de empresas de construção civil que fazem a gestão de resíduos em canteiros de obras e desenvolvem ações planejadas para a redução de sua geração. A segregação, acondicionamento e disposição final dos resíduos ainda não são realizados de forma adequada e integrada às atividades produtivas dos canteiros, vindo a interferir em questões relacionadas à competitividade sustentável (FIEB, 2013).

Por outra parte, John e Agopyan (2003) identificaram algumas ações que direcionam para a menor geração de RCD: aperfeiçoamento de projeto; capacitação de pessoal; uso de ferramentas adequadas; melhor gestão de processos; e medidas de controle de disposição. Indicam, ainda, que o reaproveitamento e à reciclagem devem ser tratados como soluções intermediárias, quando a redução da geração de RCD não for alcançada.

Adicionalmente, Barbosa (2011) afirma que para tratar sobre o conceito de desperdício na construção civil é necessário ter em mente que o resultado do produto final está intrinsecamente ligado à qualidade da mão-de-obra empregada.

Pode-se afirmar que a mão de obra é um elemento essencial para uma construção sustentável, que é alcançada quando os conceitos de desenvolvimento sustentável forem aplicados ao longo de todo o ciclo de vida de um empreendimento, com o objetivo de restabelecer e manter a harmonia entre o ambiente natural e o ambiente construído, reduzindo resíduos e desperdícios desnecessários a uma obra (PLESSIS, 2007).

Com base nesta realidade, o setor construtivo brasileiro tem se voltado para o desenvolvimento e incentivo de programas educacionais no trabalho (SANTOS, 2007). A educação ambiental assume sua parte no enfrentamento dessa situação, radicalizando seu compromisso com mudanças de valores, comportamentos, sentimentos e atitudes, que deve se realizar de forma permanente, continuada e para todos (MMA, 2007).

Por outra parte, a coordenação modular apresenta-se como uma solução para redução de desperdícios e racionalização. Determinada pela ABNT NBR 15873:2010 (ABNT, 2010), a Coordenação Modular permite que sistemas e componentes tenham medidas padronizadas de forma industrial e sejam compatibilizados desde o projeto. Com isso, a construção se torna mais racionalizada e com alto índice de produtividade.

3 MÉTODO DA PESQUISA

A pesquisa compreendeu duas etapas:

- Redução de RCD: Aplicar novas instruções de trabalho em oficinas práticas de cursos profissionalizantes da construção civil, e analisar sua influência na redução da geração de RCD durante as atividades.
- Reciclagem de RCD: Avaliar a viabilidade de reaproveitamento e/ou reciclagem do RCD produzido em novas praticas, promovendo o o fechamento ideal do ciclo de vida do material.

A pesquisa se desenvolveu nas oficinas práticas de elevação de alvenaria do curso de Auxiliar de Obras de Edificações, promovido pelo SENAI-BA (Unidade Dendezeiros). Estas oficinas foram escolhidas como espaço empirico da pesquisa por produzirem relevantes quantidades de RCD durante as práticas realizadas pelos discentes.

Para a primeira etapa, foi criada uma nova instrução de trabalho seguindo os conceitos da coordenação modular, tendo como proposito evitar ao máximo a geração de RCD durante as atividades de elevação de alvenaria (ITp – Instruções de trabalho Piloto). A influência do uso da ITp na redução de geração de RCD foi medida através da quantificação do resíduo gerado durante e após a realização das práticas.

Oito grupos de discentes foram formados, sendo que quatro deles, denominados de grupos de referência (GR), realizaram suas atividades conforme as instruções de trabalho já utilizadas pela instituição (Itr – Instruções de trabalho de referência). Os outros quatro grupos restantes, denominados grupos piloto (GP), realizaram suas ações com base em uma nova instrução de trabalho. Os serviço desenvolvidos pelos grupos consistiram tanto em elevação de alvenaria de bloco cerâmico quanto bloco de concreto. A divisão e nomenclatura dos grupos é apresentada no Quadro 1.

As pesagens ocorreram tanto durante a elevação da alvenaria, quando quantificou-se o resíduo de construção (RC) gerado, quanto no final da demolição das alvenarias produzidas, quando quantificou-se o resíduo de demolição (RD) gerado. O processo de quantificação seguiu a ABNT NBR 10007:2004, e ocorreu ao longo de um período médio de três dias por grupo, tempo necessário aos discentes para execução das atividades práticas.

Quadro 1 – Nomeclatura dos grupos de trabalho

Grupos	Descrição do Serviço	Processo	Quantidade de Discentes	Nomenclatura
GRUPO REFERÊNCIA – GR	Alvenaria com bloco CERÂMICO (CE)	Corte tradicional	5	GR.CE ₁
			5	GR.CE ₂
	Alvenaria com bloco de CONCRETO (CO)	Corte mecanizado	6	GR.CO ₁
			5	GR.CO ₂
GRUPO PILOTO – GP	Alvenaria com bloco CERÂMICO (CE)	Corte mecanizado	6	GP.CE ₁
			5	GP.CE ₂
	Alvenaria com bloco de CONCRETO (CO)	Projeto de Paginação	5	GP.CO ₁
			5	GP.CO ₂

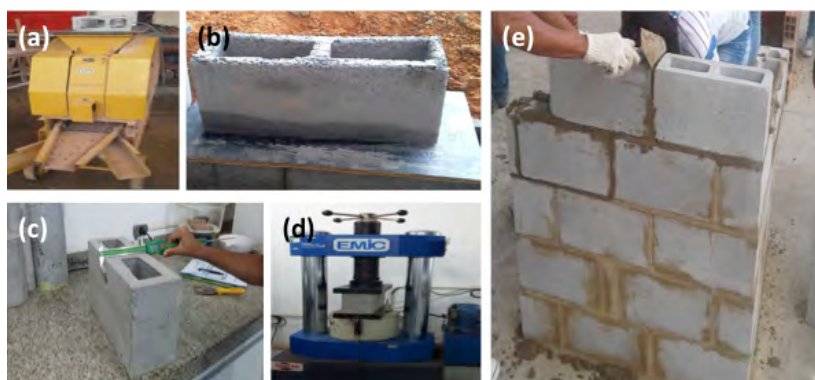
Fonte: Autor

Para a segunda etapa da pesquisa, o RCD produzido durante as oficinas foi submetido a um processo de reciclagem, através de sua passagem em máquina trituradora (Figura 1a). Os agregados reciclados produzidos foram submetidos à análise granulométrica, conforme ABNT NBR NM 248:2003.

Com base nos resultados obtidos, realizou-se um estudo de traços para avaliar a viabilidade de confecção de blocos reciclados de concreto para uso em novas oficinas. As misturas (traços) foram compostas por: cimento Portland tipo CPII-S (como aglomerante), areia de construção, água e os RCD triturados (agregados miúdos). Os blocos foram produzidos seguindo as dimensões da Família 39 (14:19:39), conforme ABNT NBR 6136:2014 (Figura 1b). A viabilidade técnica dos blocos produzidos foi avaliada através de ensaios dimensionais (Figura 1c) e de resistência à compressão, seguindo as indicações da ABNT NBR 6136:2014 (Figura 1d).

Finalmente, foi avaliada a viabilidade de uso dos blocos reciclados durante as atividades discentes de elevação de alvenaria, através de observações visuais em campo (figura 1e). A atividade foi realizada com o método mecanizado (corte com serra mármore), pois os blocos reciclados somente foram confeccionados em um tipo de tamanho da Família 39 (14:19:39). Não foi possível realizar o projeto de paginação, pois o mesmo exige diferentes tipos de tamanhos de blocos da mesma família, para evitar os cortes.

Figura 1 – (a) Máquina recicladora (b) Bloco de Concreto Reciclado produzido (c) Ensaio de análise dimensional (d) Ensaio de resistência à compressão (e) Elevação da alvenaria de bloco reciclado



Fonte: Autor

4 RESULTADOS

4.1 Redução de RCD

Os Quadros 2 e 3 apresentam, respectivamente, os resultados obtidos com a pesagem de resíduos de construção (RC) e os resíduos de demolição (RD) gerados por todos os grupos observados durante o trabalho, bem como os percentuais obtidos com a comparação dos resultados dos grupos entre si.

Quadro 2 – Produção de RC (kg) entre grupos piloto e de referencia (%)

	Grupo	GR.CE ₁	GR.CE ₂	GR.CO ₁	GR.CO ₂	GP.CE ₁	GP.CE ₂	GP.CO ₁	GP.CO ₂
Grupo	RC	31,08	14,43	14,55	5,23	6,02	4,1	0	0
GR.CE ₁	31,08	0,00	-115,38	-113,61	-494,26	-416,28	-658,05	-	-
GR.CE ₂	14,43	53,57	0,00	0,82	-175,91	-139,70	-251,95	-	-
GR.CO ₁	14,55	53,19	-0,83	0,00	-178,20	-141,69	-254,88	-	-
GR.CO ₂	5,23	83,17	63,76	64,05	0,00	13,12	-27,56	-	-
GP.CE ₁	6,02	80,63	58,28	58,63	-15,11	0,00	-46,83	-	-
GP.CE ₂	4,1	86,81	71,59	71,82	21,61	31,89	0,00	-	-
GP.CO ₁	0	-	-	-	-	-	-	-	-
GP.CO ₂	0	-	-	-	-	-	-	-	-

Fonte: Autor

Quadro 3 – Produção de RD (kg) entre grupos piloto e de referencia (%)

	Grupo	GR.CE ₁	GR.CE ₂	GR.CO ₁	GR.CO ₂	GP.CE ₁	GP.CE ₂	GP.CO ₁	GP.CO ₂
Grupo	RD	225,15	192,03	283,3	241,2	208,13	178,04	162,11	148,21
GR.CE ₁	225,15	0,00	-17,25	20,53	6,65	-8,18	-26,46	-38,89	-51,91
GR.CE ₂	192,03	14,71	0,00	32,22	20,39	7,74	-7,86	-18,46	-29,57
GR.CO ₁	283,3	-25,83	-47,53	0,00	-17,45	-36,12	-59,12	-74,76	-91,15
GR.CO ₂	241,2	-7,13	-25,61	14,86	0,00	-15,89	-35,48	-48,79	-62,74
GP.CE ₁	208,13	7,56	-8,38	26,53	13,71	0,00	-16,90	-28,39	-40,43
GP.CE ₂	178,04	20,92	7,29	37,15	26,19	14,46	0,00	-9,83	-20,13
GP.CO ₁	162,11	28,00	15,58	42,78	32,79	22,11	8,95	0,00	-9,38
GP.CO ₂	148,21	34,17	22,82	47,68	38,55	28,79	16,75	8,57	0,00

Fonte: Autor

Considerando o processo tradicional de corte (colher de pedreiro) do bloco cerâmico, observou-se que o Grupo GRCE 1 gerou mais do que o dobro de RC em comparação ao GRCE 2 (53,47%). Por consequência, no processo de demolição das alvenarias, o GRCE 1 também produziu maior quantidade de RD em relação ao GRCE 2 (14,71%). Verificou-se que a habilidade de alguns discentes influenciaram nesses resultados.

Os Grupos GPCE1 e GPCE2 apresentaram uma redução de 80,63 a 58,28% em relação aos GRCE1 e GRCE2. Pode-se afirmar que o corte mecanizado, sugerido na ITp, é bastante eficiente, em relação à geração de RC, ao ser comparado ao corte tradicional, sugerido na ITr. As maiores perdas foram observadas no GRCE1 devido à menor habilidade dos discentes deste grupo em comparação aos discentes do GRCE 2. Alerta-se, contudo, que o corte tradicional sempre gera perdas, mesmo quando realizado por profissionais habilitados. O que muda é a quantidade de perdas. Observou-se ainda que

o GRCE 1 utilizou maior quantidade de argamassa que o GRCE 2, creditando-se o fato a menor experiência do primeiro grupo em processos construtivos.

Por outra parte, no que se refere às oficinas de elevação de bloco de concreto, observou-se que o GRCO2 gerou cerca de 25% a mais de RC e RD que o GPCE2. Ao comparar esses valores aos obtidos com os grupos que realizaram elevação com bloco cerâmico, deve-se considerar que o bloco de concreto possui maior densidade que o bloco cerâmico e, portanto, gera maior quantidade em peso. Em contrapartida, foi observado um reaproveitamento de cerca de 50% dos blocos de concreto no processo de demolição, evitando que se realize a compra de blocos para cada nova turma de cursos da construção civil. Este reaproveitamento não ocorreu quando se utilizou o bloco cerâmico, pois houve 100% de perda dos blocos durante a demolição da alvenaria.

Finalmente, compara-se os resultados dos Grupos GPCO1 e GPCO2, que trabalharam blocos de concreto, e utilizaram a Itp, que sugere o uso de coordenação modular e paginação, com o uso de distintos tipos de blocos da Família 39, para não haver cortes. Pôde-se concluir que a elevação de alvenaria realizada com o projeto de paginação e, obrigatoriamente, com os blocos complementares, não gera nenhum RC durante o processo construtivo. O percentual de redução de RD do GPCO1, por sua vez, foi de 42% em comparação ao grupo GRCO1, e de 33%, em comparação ao grupo GRCO2, revelando um ótimo desempenho nos requisitos iniciais propostos na Itp.

4.2 Reciclagem de RCD

Os resultados da análise granulométrica dos agregados reciclados são apresentados no quadro 3. Observa-se que ambas as amostras testadas (M1 e M2) estão dentro dos padrões para uso como agregados miúdos na confecção de blocos de concretos.

Quadro 3 – Resultados dos testes de granulometria

Peneiras ABNT (mm)	Massa retida				Média das amostras		
	M1		M2		Massa retida (%)	Massa retida acumulada (%)	Módulo de Finura
	(g)	(%)	(g)	(%)			
4,8	70,82	14,2	60,33	12,1	13	13	13
2,4	169,95	34,0	161,07	32,3	33	46	46
1,2	103,16	20,6	105,66	21,2	21	67	67
0,6	61,72	12,3	55,01	11,0	12	79	79
0,3	32,38	6,5	52,52	10,5	9	88	88
0,15	34,54	6,9	33,32	6,7	7	95	95
Resto (Pó)	27,64	5,5	30,63	6,1	6	101	-
TOTAL	500,21	100,0	498,54	100,0	100,0	-	-

Fonte: Autor

Com relação à produção e uso de blocos reciclados, o quadro 4 mostra os resultados da análise dimensional e dos ensaios de resistência à compressão. Todos os blocos produzidos apresentaram valores dimensionais dentro dos padrões estabelecidos pela norma. Os resultados de resistência à compressão, por sua vez, indicaram que, das 8 amostras analisadas, apenas a amostra 4 apresentou o resultado mínimo solicitado pela norma superior a 3,0 MPa, após 8 dias do processo de cura. Cabe aqui destacar que, apesar de não estarem dentro dos parâmetros estipulados na norma técnica, subentende-se as demais amostras poderiam ser utilizadas nas práticas, visto que o uso objetiva

somente o treinamento técnico, e não requer resistência do material, apenas estrutura física e dimensional dentro dos padrões determinados.

Quadro 4 – Resultados dos ensaios realizados com os blocos produzidos

#	Agregado reciclado utilizado	Traço	Análise dimensional	Resist. (Mpa)
1	RCD de concreto	1: 4: 3	Dentro dos padrões	<3,0
2	RCD de concreto	1: 1: 5	Dentro dos padrões	<3,0
3	RCD de concreto	1: 3: 3	Dentro dos padrões	<3,0
4	RCD de concreto	1: 2: 1	Dentro dos padrões	3,20
5	RCD de concreto	1: 2: 3	Dentro dos padrões	<3,0
6	RCD de concreto	1: 2: 2	Dentro dos padrões	<3,0
7	RCD misto (concreto e cerâmica)	1: 2: 2	Dentro dos padrões	<3,0
8	RCD cerâmico	1: 2: 2	Dentro dos padrões	<3,0

Fonte: Autor

Finalmente, durante a elevação da alvenaria com bloco reciclado, observou-se a viabilidade de uso para fins didáticos. Os RCs gerados apresentaram-se em quantidade média similar aos RCs gerados pelos grupos que elevaram alvenaria com o bloco de concreto industrializado com corte mecanizado (ITr).

No processo de demolição, os resultados indicaram uma redução média de 26% de RCD em comparação aos blocos de concreto industrializados (Tabela 2). Porém a maior vantagem percebida na comparação entre as práticas com corte mecanizado de blocos reciclados e industrializados esta na reciclagem dos RCD ocorridas na primeira situação. Entende-se que o uso de blocos reciclados promove a redução dos impactos ambientais causados pela geração dos RCD nas oficinas, ao eliminar a compra de novos blocos de concreto industrializados para as práticas seguintes e a necessidade de transporte e disposição final dos RCD gerados durante as atividades.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de serra mármore para realização dos cortes em blocos cerâmicos produz uma significativa redução na geração de RC. Apesar da redução de RD ter ocorrido em escala reduzida, a forma mecanizada também diminuiu o RD gerado após a demolição das alvenarias, provavelmente pelo fato de se utilizar uma menor quantidade de blocos, pois os cortes saem mais alinhados;

Pelo fato de somente ter sido fabricado um tipo de fôrma para blocos, não foi realizado o teste de elevação de alvenaria com o bloco reciclado utilizando o projeto de paginação, proposto na ITp. Contudo, o uso de paginação com blocos industrializados conseguiu “zerar” a quantidade de RC gerados nas oficinas práticas. Entende-se que o mesmo comportamento seria alcançado com o uso de blocos reciclados. Recomenda-se, assim, a confecção de fôrmas com dimensões diferenciadas, conforme ABNT NBR 6136:2014, para continuidade dos estudos e ensaios com a ITp proposta nessa pesquisa.

O uso de bloco de concreto reciclado reduz o RD gerado nas práticas, a partir do momento que estes RD são reutilizados e reciclados nas próprias oficinas, formando novos blocos para execução de alvenarias das turmas de cursos seguintes.

Com relação à produção e uso de blocos reciclados, pôde-se identificar diversos benefícios integrados: redução da geração de RCD; diminuição do uso de argamassa quando da utilização do projeto de paginação; redução de perdas de blocos, causadas pelo corte tradicional (manual) e também o mecanizado; facilidade técnica de ajustes (nível; prumo; esquadro); capacitação dos discentes quanto ao uso dos blocos de concretos, utilizados largamente em obras de edificações da atualidade.

Ao indicar a eficiência do uso desses blocos para fins educativos, esta pesquisa teve a pretensão de contribuir para a melhoria da dinâmica de trabalho dessas oficinas técnicas, propondo um ciclo fechado e contínuo dos recursos materiais utilizados pelas mesmas. Esta proposta pode eliminar as ações de transporte e disposição destes resíduos, reduzindo impactos ambientais, desperdícios e custos com materiais para as aulas práticas de elevação de alvenaria, contribuindo, ainda, para a formação de profissionais mais conscientes com a produção sustentável no setor de construção civil.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 6136**: Blocos vazados de concreto simples para alvenaria – requisitos. Rio de Janeiro, 2014.

_____. **NBR 15.873**: Coordenação modular para edificações. Rio de Janeiro, 2010.

_____. **NBR NM 248**: Agregados - Determinação da composição granulométrica. Rio de Janeiro, 2003.

FERNANDES, A.V.B. ; AMORIM, J.R.R. Concreto sustentável aplicado na construção civil. **Engenharia Civil. Cadernos de Ciências Exatas e Tecnológicas Unit /Aracaju**, v. 2, n.1, p. 79-104. 2014.

FIEB. **Gestão de Resíduos na Construção Civil: Redução, Reutilização e Reciclagem.**

FIEB. Federação das Indústrias do Estado da Bahia. Projeto Competir. 2013. Disponível em: <http://www.fieb.org.br/Adm/Conteudo/uploads/Livro-Gestao-de-Residuos_id_177_xbc2901938cc24e5fb98ef2d11ba92fc3_2692013165855.pdf> Acesso: 12 mar. 2014.

JOHN, V. M.; AGOPYAN, V. Reciclagem de resíduos da construção. In: SEMINÁRIO RECICLAGEM DE RESÍDUOS DOMICILIARES. São Paulo, 2003.

MMA - Ministério do Meio Ambiente. **Cidades Sustentáveis: Resíduos perigosos e logística reversa.** 2007. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/cidades-sustentaveis/residuos-perigosos/logistica-reversa>> Acesso: 25 nov. 2014.

PLESSIS, C.D.A. Strategic Framework for Sustainable Construction in Developing Countries. **Construction Management and Economics**, v.25, p. 67-76, January, 2007.

SANTOS, J. **Capacitação e certificação profissional na Construção Civil e mecanismos de mobilização da demanda.** São Paulo: ABRAMAT, 2007. 130 p.

SOUZA, U. E. L. O uso de tabelas de composição de orçamentos e a realidade da produtividade nos canteiros. 2013. In: SEMINÁRIO PRODUTIVIDADE E LOGÍSTICA NA CONSTRUÇÃO CIVIL. São Paulo, 2013. Proceedings... São Paulo: Produtime/PCC-USP, 2013.

AGRADECIMENTOS

Ao SENAI/BA, pelo apoio recebido.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

SOSTENIBILIDAD Y HABITABILIDAD EN PROYECTOS DE VIVIENDA MASIVA EN ALTURA EN LA CIUDAD DE MEDELLIN

VÁSQUEZ, Alejandro (1); BOTERO, Luis Fernando (2)

(1) Universidad EAFIT, (57 4) 2619500 ext. 9455, e-mail: avasqu12@eafit.edu.co

(2) Universidad EAFIT, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co

RESUMEN

La condición de construcción sostenible es abordada en el presente artículo a partir de la utilidad social que debe procurar el sector: la habitabilidad. Siendo necesario para ello reconocer que ésta no es exclusivamente producto del cumplimiento de estándares físicos, técnicos, funcionales o de salubridad, sino que además está ligada con la interacción entre los sentidos de vida de los habitantes y las posibilidades, ofrecidas por el espacio que habitan, de satisfacción de sus necesidades. Este enfoque es actualmente relegado por la industria del mercado de la producción de vivienda, donde lo económico prima sobre lo social, y donde el discurso de la sostenibilidad es reducido al pragmatismo del mercado y de su lógica que impone la hegemonía de la razón técnica (la productividad) y económica (el libre juego de la oferta y la demanda). Con base en lo anterior, se expone un acercamiento a diferentes proyectos de vivienda masiva en altura de la ciudad de Medellín, realizado con la finalidad de indagar las lógicas que guiaron la concepción de los proyectos y cómo realmente sucede el habitar en éstos, el proyecto practicado, con el propósito de suscitar la emergencia de aspectos que inciden en la habitabilidad de los proyectos y, en consecuencia, en la sostenibilidad de los mismos.

Palabras clave: Sostenibilidad, habitabilidad, apropiación del espacio.

ABSTRACT

The condition of sustainable construction is addressed in this article from the social utility that should ensure the sector: the habitability. Being necessary to recognize that this is not exclusively physical product compliance with standards, technical, functional and health, but is also linked to the interaction between the senses of life of the inhabitants and the possibilities offered by the space they inhabit, to meet their needs. This approach is now relegated by the market industry housing production, where economic premium on social, and where the discourse of sustainability is reduced to the pragmatism of the market and its logic imposed by the hegemony of the technical reason (productivity) and economic (the free play of supply and demand). Based on the above, a different approach to mass housing height projects in Medellin, conducted in order to investigate the logic that guided the project design and how it really happens to live in these exposed, the project practiced, in order to encourage the emergence of issues that affect the habitability of the projects and, consequently, the sustainability of the same.

Keywords: sustainability, livability, appropriation of space

1 INTRODUCCIÓN

Entender la sostenibilidad desde la habitabilidad, demanda que ésta última sea concebida no sólo desde lo matérico que da cobijo a la vida de los individuos, sino también a partir de la apropiación, desde el conjunto de prácticas, rutinas y rituales que estructuran la percepción del espacio habitado. Es oportuno reconocer que la habitabilidad no es exclusivamente producto del cumplimiento de predefinidos

estándares físicos, técnicos, funcionales o de salubridad, sino que además está “fuertemente ligada a las relaciones que se establecen entre los sentidos de vida de los habitantes y las capacidades que tiene un hábitat para albergar, construir y realizar sus imaginarios, expectativas, necesidades y demandas” (Echeverría, 2009). Lo cual exige indagar por la capacidad de las redes espaciales para corresponderse con la realización del acto de habitar.

El presente artículo aborda la relación entre habitante y ambiente construido, explorando cómo el espacio deviene lugar mediante procesos de apropiación, posibilitando una relación de pertenencia y compromiso; elementos necesarios para el equilibrio pretendido por el generalizado discurso de la sostenibilidad. Con base en esto, se plantea un acercamiento a la sostenibilidad en la arquitectura desde un punto de vista dialógico, donde la percepción y experiencia, subjetiva y colectiva, del ambiente, natural y construido, sean elementos a considerar como influyentes en la sostenibilidad de un proyecto arquitectónico. Entendiendo que la arquitectura debe entrar en comunicación; responder a las necesidades de los diferentes actores impactados por el proyecto, atendiendo tanto a un contexto biofísico como cultural, en un proceso integrador, dialógico, que conduzca a una sostenibilidad en relación al sujeto que habita, a la sociedad que la produce y al territorio, tanto natural como artificial, donde se asienta.

2 APROPIACIÓN DEL ESPACIO Y SOSTENIBILIDAD

Según Iñiguez y Pol (1994) el espacio tiene una significación doble, ya que se constituye como escenario o contenedor de la acción humana y, además, aparece como elemento de interacción social, constituyéndose a través de la relación entre personas y entre estas y los espacios, como un lugar significativo, con contenido valórico. La emergencia de sistemas vecinales, de colectivos formados a partir del habitar conjunto, implica un proceso de lugarización (Jirón, et al, 2004).

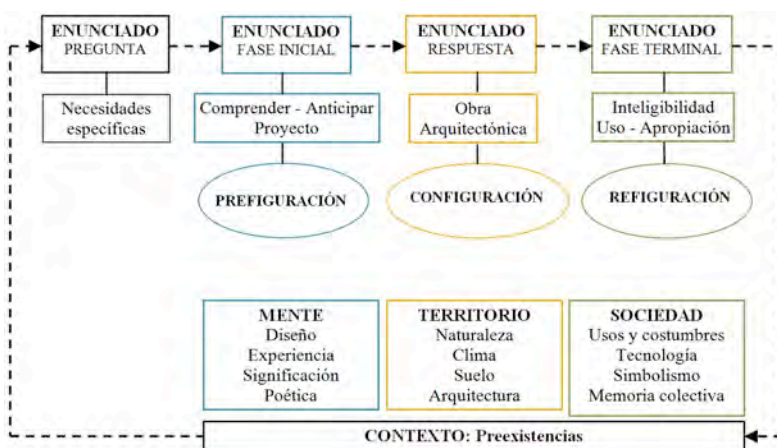
La habitabilidad, según Mejía (2006), es “la condición de lo habitable, no de lo habitado. Está determinada por la relación y adecuación entre el hombre y su entorno y busca establecer para el caso en particular cómo el entorno, el conjunto residencial y el apartamento, son valorados según su capacidad de satisfacer las necesidades humanas”. Saldarriaga (1982) lo enuncia como “la obtención de condiciones adecuadas para la permanencia de las personas en un lugar y para el desarrollo satisfactorio de las actividades propias de su permanencia”.

2.1 Sostenibilidad en la arquitectura, desde una mirada dialógica

Mijaíl Bajtín (1999) plantea el concepto del enunciado como estructura básica del diálogo, caracterizado por poseer un carácter intencionado, emitido en función de un primer hablante, al cual se responde, constituyendo así un eslabón en la cadena de otros enunciados, que en conjunto conforman el proceso dialógico. Este esquema puede ser aplicado a la arquitectura, al considerar la obra arquitectónica como un enunciado específico, que responde a una serie de voces que lo anteceden y que a su vez interpela una respuesta, un determinado modo de uso, de apropiación. Dicho enunciado, el proyecto arquitectónico, posee un carácter intencionado, siendo emitido en función del primer interlocutor, al cual responde, por lo que parte de la comprensión del enunciado que le antecede y finaliza con el inicio del enunciado siguiente: el uso.

Se puede proponer una aproximación al planteamiento en el que Paul Ricoeur (1996) recurre al concepto de mimesis aristotélica, definiéndolo en términos de tres momentos u operaciones que reciben los nombres de prefiguración, configuración y refiguración. Haciendo un paralelo con la arquitectura, según lo planteado por Joseph Muntañola (1997), la prefiguración es el proyecto, la configuración es la materialización, la construcción, y la refiguración es el uso. La primera fase, la prefiguración, es una fase cargada de preexistencias. Es éste el enunciado que la arquitectura debe comprender y al cual debe responder, para establecer el diálogo, el proceso dialógico. La configuración, como fase de composición constituye la arquitectura misma. Y como último paso de ésta triada está la refiguración, que se da cuando la composición, la arquitectura en este caso, es utilizada, lleva a cabo su función, que consiste en mediar en la relación del habitante consigo mismo, con los miembros de su comunidad y con su mundo. A continuación se muestra un ciclo hermenéutico, del proceso dialógico de la concepción arquitectónica, establecido por las fases de prefiguración, configuración y refiguración.

Figura 1. Proceso dialógico de concepción arquitectónica



Fuente: Elaboración propia

3 METODOLOGÍA

Se plantea la necesidad de una aproximación a hechos arquitectónicos constituidos como objetos de estudio, guiada en primera instancia por un enfoque en las lógicas de concepción de los proyectos: explorar las características del encargo, el mecanismo de gestión, las premisas e intenciones arquitectónicas, las limitantes, y posteriormente, a partir de evaluaciones pos ocupacionales, las consecuencias de la presencia de la obra: los impactos, en términos de uso y apropiación. Se parte del no entendimiento de la obra arquitectónica como objeto aislado y autónomo, sino, por el contrario, como enunciado, ligado a otros enunciados que lo anteceden y lo suceden, en un proceso de construcción dialógica. La evaluación pos ocupacional de edificaciones, es una herramienta con significativos beneficios para un mejoramiento continuo de la calidad de las construcciones. Utilizada como forma de retroalimentación en cuanto al funcionamiento de las edificaciones (Chugar y De Oliveira, 2008), (Bergman, 2014). Consiste en un proceso de evaluación sistemático de edificios, en la fase de uso, visto desde el punto de vista de los usuarios (Artiles y Olivera, 2007).

El ejercicio trata de rastrear los aspectos de mayor incidencia en las relaciones entre cohabitantes (personas que viven en un mismo apartamento) y entre estos y el espacio

privado, entre vecinos (personas que viven en un mismo conjunto residencial) y entre estos y los espacios semipúblicos, las relaciones del proyecto y sus habitantes con el entorno inmediato (personas y espacios), y del proyecto y sus habitantes con la ciudad, entendiéndolos como variables que influyen en el sentido de satisfacción, pertenencia, vecindario, lugar, y considerando éstos como elementos indispensables en la pretensión de proyectos sostenibles.

Para abordar estas relaciones, se parte del espacio en el cual el ser humano tiene un significativo despliegue de su ser: la vivienda. Se seleccionaron proyectos arquitectónicos de vivienda colectiva en altura, debido a que ésta ha sido entendida, en relación al uso del suelo, como respuesta al consumo masivo de territorio, y a su vez como solución al déficit habitacional. La selección de los proyectos a estudiar se basó en los siguientes criterios básicos: mínimo cuatro años de uso, acceso al arquitecto proyectista y representación de los diferentes estratos socioeconómicos. Se seleccionaron los siguientes proyectos: PP (vivienda social), VA (vivienda social), PV (Estrato 3), MM (estrato 4), PR (estrato 5) y GA (estrato 6).

4 APROXIMACIÓN A HECHOS ARQUITECTÓNICOS

Las particularidades halladas en los proyectos fueron agrupadas en cinco categorías: gestión, contexto, espacios intermedios, espacios domesticables y materialidad.

4.1 Gestión

Mecanismo de gestión. El mecanismo de gestión al incidir en el conocimiento entre vecinos, en la participación de los usuarios en algunas variables del proyecto, (eventualmente) y en el entendimiento del proyecto, se relaciona con el sentido de vecindario, la satisfacción con el inmueble y el proyecto, y, en casos concretos, con el mantenimiento en el tiempo que tenga el proyecto. Tanto en VA como en GA, gestionados a partir de asociaciones comunitarias, se constató la existencia de un conocimiento inusual entre vecinos: los habitantes conocen por nombre propio a sus vecinos, generalmente conocen datos adicionales como la profesión u oficio, y comparten reuniones sociales. Una de las constantes encontradas en algunos proyectos visitados fue la falta de conocimiento entre vecinos, casi la totalidad de los habitantes desconocían quienes eran las personas que vivían en el mismo conjunto, en la misma torre y aún en el mismo piso. En algunos casos, generado por la rotación incentivada por la alta proporción de arrendatarios, llegando en casos al 75% de la población. Estos casos se presentan en proyectos de vivienda social, donde los bajos costos o las exenciones de impuestos no se acompañan con estrategias de permanencia mínima, acarreando que este tipo de vivienda sea adquirida por inversionistas.

Arquitecto visible. Se encuentran en los proyectos estudiados arquitectos que públicamente son relacionados con un proyecto específico, mientras que hay otros arquitectos *fantasma*, que se vuelven invisibles detrás de personas jurídicas, empresas constructoras, en algunos casos rastreables, pero en casos más preocupantes dichas personas jurídicas son consorcios temporales que una vez terminada la obra se disuelven sin que públicamente pueda reconocerse una persona específica que responda por las decisiones de diseño tomadas. En algunos casos en los que las personas jurídicas son empresas con permanencia en el tiempo, como el caso presentado en el proyecto PV, puede presentarse que las decisiones arquitectónicas dependen de departamentos de mercadeo, de socios de la constructora, de equipos de diseño numerosos, en donde se

fragmentan las funciones, y al final ninguno de los involucrados en el proceso se sienten responsables por el producto final, ni comprometidos a responder por él.

4.2 Contexto

Inscripción en el contexto urbano. Los proyectos MM, PV y PR, son proyectos que antes de suscitar una relación con el entorno establecen límites divisorios, a través del mismo emplazamiento de las torres, al interior, y de cerramientos con malla. En los tres casos, los habitantes de los proyectos y del sector evidencian a través de sus percepciones sobre los proyectos la división entre el adentro del proyecto y el afuera. Esta división se manifiesta entre otras cosas en la falta de apropiación de los entornos inmediatos, en la concepción que de éstos tienen los habitantes de los conjuntos, como espacios de circulación obligada y no como espacio de estadía. Los límites divisorios impuestos han acarreado que los habitantes vean el entorno inmediato como agente de inseguridad.

Adecuación al lugar y aprovechamiento pasivo. En MM, GA y PR, se buscó a través del emplazamiento que las fachadas más largas no tuvieran exposición directa al naciente y al poniente. En dos de ellos se logró solo parcialmente, quedando algunas torres expuestas. En PV las cuatro torres fueron ubicadas con exposición directa. Solo en dos proyectos los apartamentos fueron pensados con la finalidad de generar ventilaciones cruzadas: PP y GA.

4.3 Espacios intermedios

Puntos fijos y zonas comunes. Los espacios que tienen un uso determinado: gimnasio, canchas, zonas húmedas, juegan un papel importante en la percepción de densidad. En tres de los proyectos estudiados MM, PP y PR, se encontró la intención de que estos se presentaran distribuidos en el proyecto de manera que para su uso los habitantes también se distribuyera, evitando concentraciones. Por el contrario en PV estas zonas se están concentradas, aumentando la percepción de densidad. En los proyectos PP y GA se encontró una cualificación del espacio colectivo exterior. En ambos casos se encontró estas zonas son valoradas, usadas y conservadas por los habitantes.

Debido al gran número de personas que habitan estos conjuntos residenciales (VA: 1 100, PP: 2 060, PR: 2 200, MM: 2 260, GA: 2: 130, PV: 1 500) las torres deben poder funcionar como comunidades independientes, de manera que sea posible disminuir la percepción de densidad, al poder distribuirse este total de habitantes en las diferentes torres (VA: 137 habitantes, PP: 170, PR: 275, MM: 753, GA: 130, PV: 1 500). Los proyectos GA y PV tienen un mismo número de habitantes por la totalidad del conjunto residencial y por torre, el primero debido a que el proyecto está compuesto por una sola torre y el segundo porque, a pesar de estar compuesto por cuatro torres, estas comparten un mismo núcleo central de circulación vertical, cuerpo de ascensores, con dos cuerpos de escaleras auxiliares. En casos como estos no se comparten piso con los de la misma torre únicamente, sino con los de todas las torres, aumentando, en el caso de PV, el número de vecinos con los que se comparte piso de 4 a 18 apartamentos, lo que acarrea un total de 72 personas en promedio viviendo en el mismo piso. El paso gradual del espacio público al privado, posibilita el conocimiento entre vecinos y la sociabilización entre ellos.

4.4 Espacios domesticables

Espacios perfectibles. Entre los proyectos estudiados, se apreció que en uno de ellos, PP, el equipo de diseño había optado por entregar los apartamentos con el menor número de muros divisorios posible, con la finalidad de que cada habitante diera inicio a un paulatino proceso de evolución de la vivienda. Los únicos espacios determinados eran las zonas de servicio (baños, cocina y zona de ropas). Esto permitió ahorros en los costos relacionados a los muros divisorios y los acabados, posibilitando la entrega de áreas mayores (71, 76 y 80 m²).

Flexibilidad. En los proyectos estudiados, se encontraron sistemas estructurales como la mampostería en concreto, con una disposición donde la ubicación de elementos estructurales verticales está en el perímetro de los apartamentos y en algunos muros de zonas de servicio, así como sistemas aperticados, que posibilitaron que los muros divisorios, sea que fueran entregados con el inmueble o construidos posteriormente, no tuvieran compromiso estructural y pudiera transformarse la distribución espacial ante la evolución del grupo de cohabitantes.

La determinación inflexible de recintos interiores acarrea la emergencia de usos alternativos en algunos de estos recintos, producto de adaptaciones forzosas del espacio, que los habitantes hacen con la finalidad de que los espacios habitados realmente armonicen con las necesidades particulares de los habitantes. Un ejemplo de esto es la transformación de baños en zonas de ropas ocurrida en el proyecto VA.

Mínimas jerarquías. Las disposiciones jerárquicas corresponden a una visión del grupo familiar únicamente desde su conformación tradicional. Esta lógica de distribución, a excepción de PP en donde no hay determinación espacial, guio las reflexiones al respecto en los otros proyectos.

Zonas de oficio suficientes. La cocina y la zona de ropas, son las zonas que se ven en mayor medida sacrificadas en términos de área. En el juego del centímetro cuadrado hay preferencia por espacios como las alcobas o los baños. Sin embargo, esta premisa no armoniza con lo que ocurre en la fase de uso de los proyectos, en donde, en general, los habitantes prefieren tener una zona de ropas independiente a tener dos baños. La inconformidad espacial manifestada con mayor frecuencia por los habitantes de los proyectos tiene que ver con el área de la zona de ropas, su vinculación a la cocina y, en algunos casos, su ubicación distanciada de muros de fachada que permitan un óptimo secado. En los proyectos VA, MM, PV y PR, se encontró que las zonas de ropas tienen un área de 1,2 m², 1,2 m², 1,89 m² y 2,4 m², respectivamente, y en todos se encontró que para el secado de la ropa se recurre a otros recintos.

Vivienda productiva. La vivienda debe poder adecuarse a diferentes usos, es decir, debe admitir usos productivos. En los proyectos PP, VA, PV, se encontraron apartamentos que habían sido adecuados para recibir otros usos: tiendas, SPA, talleres de modistería, entre otros. Práctica no permitida, debido a las restricciones propias de la escritura residencial.

4.5 Materialidad

Conservación y mantenimiento. Al tratarse de copropiedades un factor medular del mantenimiento es la contratación de un administrador y el papel que al respecto juega la comunidad. En proyectos de vivienda social, VIS o VIP, esta forma tradicional tiene algunas complicaciones debido a que los habitantes no tienen dentro de sus gastos

cotidianos el pago de dicha cuota. Este inconveniente fue manifestado por los administradores de MM (no es VIS, ni VIP), PP y PV.

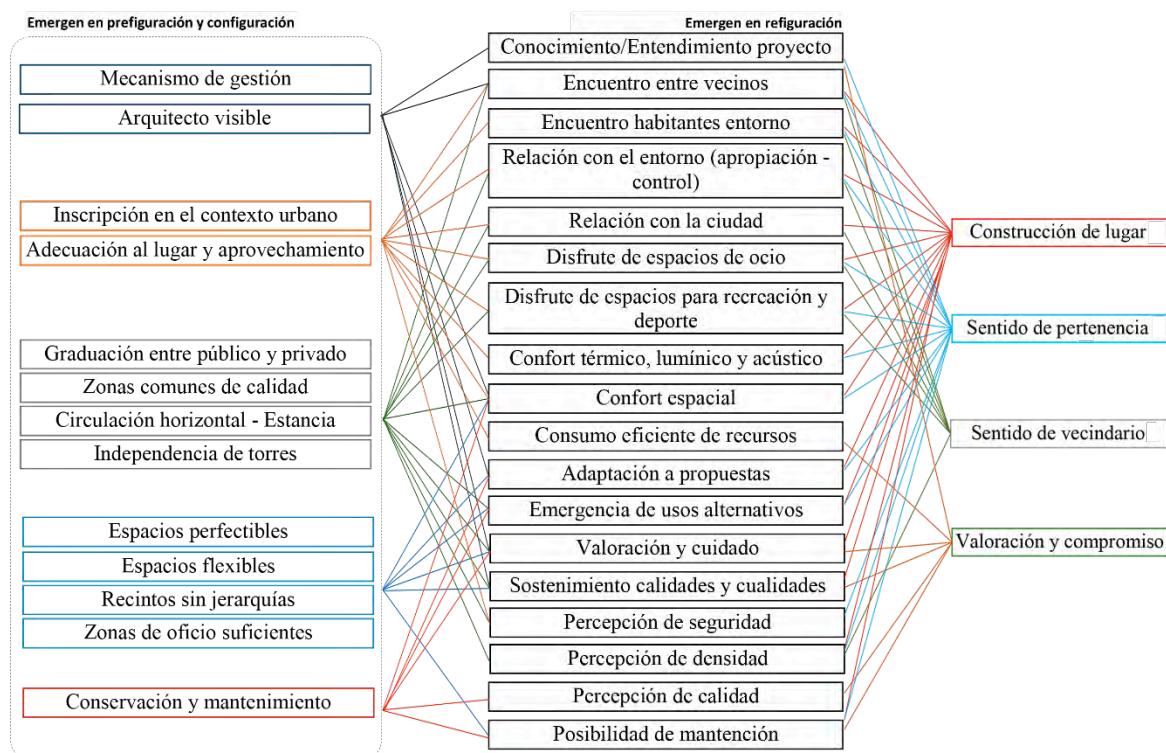
En el proyecto VA no se maneja la figura de administrador sino el de coordinador de torre, líder elegido por votación. Esta persona coordina las labores de mantenimiento, a través de la recolección de cuotas de dinero para gastos varios y la programación de jornadas de aseo, en las cuales participan representantes de todos los apartamentos. La opción de asumir el mantenimiento a través de la participación activa de los habitantes, contribuye al conocimiento entre vecinos, a la construcción de sentido de pertenencia, a un mejor uso de las zonas comunes, a la prevención de daños y una posición crítica sobre un eventual mal uso.

En algunos proyectos acciones de los habitantes manifiestan desvinculación con las zonas comunes: bolsas de basuras en puntos fijos, basura en zonas verdes, muros rayados. En los proyectos PV y MM se encontraron casos de robos de elementos de los puntos fijos, luminarias y accesorios de la red contra incendio, por parte de los mismos habitantes del conjunto residencial, e incluso en el caso de PV, robos a apartamentos, en los cuales se tiene la certeza que algunos de los habitantes están implicados. En PV, las luminarias de los puntos fijos tuvieron que ser fijadas a la estructura del edificio a través de guayas y soportes metálicos.

5 ASPECTOS RECABADOS

Los aspectos anteriores tienen su génesis en las fases de prefiguración y configuración, es decir, diseño y construcción. Sin embargo sus consecuencias se ven manifestadas especialmente en la refiguración, la fase de uso. Sin embargo, estos aspectos antes de tener una manifestación lineal, son un entramado en donde los unos influyen en los otros, en donde unos se presentan como consecuencia de los otros. Algunos emergen en la fase de configuración, como consecuencia de aspectos específicos en la fase de prefiguración, e incidiendo directamente en la emergencia o no de otros aspectos en la fase de refiguración. Estos aspectos tienen incidencia directa en la habitabilidad, en el bienestar habitacional, pero no como consecuencia individual sino con la integración, entre otros, de estos factores, incidiendo en la apropiación del espacio, en la construcción de lugar, en la anidación en los habitantes de sentido de vecindario, de pertenencia, de valoración y compromiso con el espacio habitado, tanto en el ámbito doméstico, como vecinal y urbano, lo cual incluye un interés constante por su conservación y mejoramiento.

Figura 2. Interrelaciones.



Fuente: Elaboración propia

6 CONSIDERACIONES FINALES

Es necesario hablar de una arquitectura que más allá de responder a la irreflexiva acción generalizada de consumo de ciudad propia de la dinámica inmobiliaria, esté orientada a dar respuesta a la necesidad que tiene el hombre de habitar. En donde se pueda pasar del espacio genérico a los lugares particularizados, diferenciados, que el habitante puede identificar e identificarse con ellos, que puedan ser apropiados, en un vínculo que trascienda las lógicas del uso y el desecho, o la lejana contemplación, y se instaure en el terreno de la pertenencia y el compromiso, como elementos fundamentales en la generación de procesos sociales de sostenibilidad.

La problemática abordada por la sostenibilidad surge precisamente al no reducirla a una cuestión de impacto ambiental, donde solo son considerados aspectos funcionales y ecológicos de las actividades humanas, sino a partir de la inclusión de aspectos relacionados con la construcción de significados, el uso, la apropiación, la valoración, como determinantes para la sostenibilidad del medio natural, del medio construido y de los sistemas sociales que los habitan.

La sostenibilidad en la arquitectura no solamente tiene que ver con la fase de concepción y construcción de los proyectos, sino que tiene todo que ver con la fase de uso y mantenimiento de los proyectos, donde los equipos técnicos poco intervienen y los proyectos quedan en manos de administradores de propiedad horizontal y de la misma comunidad. En esta fase, la cohesión que tenga una comunidad para asumir el proyecto y su mantenimiento en el tiempo, incide directamente en la sostenibilidad del mismo.

REFERENCIAS

ARTILES, D. y OLIVERA, A. **Calidad constructiva calidad y desempeño durable de las viviendas.** La percepción de sus residentes. *Arquitectura y Urbanismo*, v. 28, n. 2, p. 34-39, Sep. 2007.

BAJTÍN, M. **Estética de la creación verbal.** México D.F: Siglo Veintiuno Editores, 1999.

BERGMAN, D. **Evaluación de la experimentación en la vivienda social desde la perspectiva de los usuarios.** Trece casos de la EMVS de Madrid. Experimentación de la vivienda social Territorios en Formación. Trabajos fin de máster, Estudios Urbanos, N06. Departamento de Urbanística y Ordenación del Territorio de la Escuela Superior de Arquitectura. Universidad Politécnica de Madrid, 2014.

CHUGAR, I. Y DE OLIVEIRA, M. **Metodología para la evaluación post-ocupación de viviendas populares.** El caso de la Comunidad María Auxiliadora, Cochabamba – Bolivia. CONHISREMI, *Revista Universitaria de Investigación y Diálogo Académico*, v. 4, n. 3. 2008.

ECHEVERRÍA, M.; YORY, C.; SÁNCHEZ, J.; GUTIÉRREZ, F.; ZULETA, F. y MUÑOZ, E. **¿Qué es el hábitat? Las preguntas por el hábitat.** Medellín, Colombia: Escuela del Hábitat CEHAP, Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.2009.

ÍÑIGUEZ, L. y POL, E. **Estrategias para la transformación del medio ambiente urbano: análisis desde la psicología ambiental y social.** En: E. Wiesenfeld (Comp.). *Contribuciones iberoamericanas a la Psicología Ambiental.* Caracas, Universidad Central de Venezuela, 1994.

JIRÓN, P.; TORO, A.; CAQUIMBO, S.; GOLDSACK, L.; MARTÍNEZ, L. y COLONELLI, P. **Bienestar Habitacional: Guía de Diseño para un Hábitat Residencial Sustentable.** Chile: Instituto de la Vivienda / F.A.U. / U. de Chile. 2004

MEJÍA, M. **Del discurso de vivienda al espacio de residencia: El caso de vivienda en altura en sistema constructivo de cajón.** 2006. Tesis (Magíster en Hábitat). Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Medellín.

MUNTAÑOLA, J. **Configuración, prefiguración y refiguración, relación: sujeto-objeto-sociedad.** Clase de doctorado: *Arquitectura Texto y Contexto Cultural.* (Transcripción directa por Mónica Sánchez). (1997 [citada 9 de agosto de 2012]). Disponible en: <http://upcommons.upc.edu/l1ibres/bitstream/handle/2099.3/36119/9788483014646.pdf?sequence=2>. Acceso en 29 Abr. 2015.

RICOEUR, P. **Tiempo y narración: Configuración del tiempo en el relato histórico,** Trad. Agustín Neira, México: Siglo XXI, 1996.

SALDARRIAGA, A. **Cantidad vs calidad en la aproximación al problema de vivienda.** En: *Talleres y Seminarios PEVAL, Programa de Estudios de Vivienda en América Latina*, Vol. 1, pp. 151-157. Medellín, Centro de Estudios del Hábitat Popular / Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 1982.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

APLICACIÓN DE INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD PARA VIVIENDA DE INTERÉS SOCIAL EN LA CIUDAD DE MEDELLÍN

BALAGUERA, Alejandra (1); CARVAJAL, Gloria (2), VALENCIA, Diana (3); VEGA, Johnny (4); GARCÍA, Ader (5)

(1)Universidad de Medellín, 340.55.55 ext 5626, email: abalaguera@udem.edu.co (2) Universidad de Medellín, 340.56.11, email: gicarvajal@udem.edu.co (3) Universidad San Buenaventura, email: diana.valencia@usbmed.edu.co (4) Universidad de Medellín, 340.55.55, email: javega@udem.edu.co (5) Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín; agarcia@unal.edu.co

RESUMEN

En Colombia, existen dos tipos de viviendas destinadas a la población más vulnerable, conocidas como Vivienda de Interés Social (VIS) y Vivienda de Interés prioritario (VIP). Para ambos casos, el gobierno es quien establece las pautas para el diseño y la construcción, sin tener en cuenta la calidad de vida de la población que las habita en cuanto al confort y habitabilidad de las mismas, lo cual ha imposibilitado suplir el déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda digna, segura y sostenible, desde el punto de vista social, económico y ambiental. Por lo anterior se viene generando inconformidad por parte de la comunidad ante las alternativas habitacionales ofrecidas, ocasionando un impacto social de grandes proporciones, que termina agudizando el problema existente. Este artículo contiene los resultados de la aplicación de los indicadores de sostenibilidad asociados a la selección del sitio para la construcción de proyectos VIS, y al comportamiento bioclimático y ergonómico de las viviendas. La información recolectada proviene del Plan de Ordenamiento Territorial de la ciudad y de los datos obtenidos en campo a través de encuestas y mediciones ambientales en dos proyectos de vivienda subsidiados por el gobierno, localizados en la zona occidental de la ciudad de Medellín. Con los resultados, es posible determinar cuál de los dos proyectos presenta mejores condiciones de sostenibilidad y proponer alternativas de diseño y construcción de viviendas de este tipo bajo condiciones ideales en cuanto a: territorio, movilidad, entorno construido, servicios públicos, materiales de construcción y condiciones bioclimáticas.

Palabras-clave: sostenibilidad, vivienda de interés social, indicadores, materiales, servicios públicos.

ABSTRACT

In Colombia, there are two types of housing for the most vulnerable population, known as Affordable Housing (VIS) and Housing Priority Interest (VIP). In both cases, the government is the one who sets the guidelines for the design and construction, regardless of the quality of life of the population that lives in terms of comfort and habitability of them, which has made it impossible to supply the qualitative deficit and quantitative decent, safe and sustainable housing, in terms of social, economic and environmental terms. Therefore it is generating dissatisfaction on the part of the community before the housing alternatives offered, causing social impact of large proportions, ending exacerbating the existing problem. This article contains the results of the application of sustainability indicators associated with the selection of the site for the construction of VIS projects, ergonomic and bioclimatic behavior of homes. The information gathered provides from the Land Use Plan of the city and the field data through surveys and environmental measurements at two housing projects subsidized by the government, located in the western part of the city of Medellin. With the results, it is possible to determine which of the two projects has better conditions for sustainability and propose

alternative housing design and construction of this type under ideal conditions in terms of: territory, mobility, built environment, utilities, supplies and bioclimatic conditions.

Key-words: *sustainability, low incoming houses, metrics, raw material, public services.*

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el cambio climático y el inadecuado uso de los recursos, han creado la necesidad de diseñar y construir proyectos sostenibles, que cumplan con las exigencias legales y de habitabilidad. Con base en lo anterior se hace necesario considerar como punto de partida la vivienda digna, pues a pesar de que es un derecho constitucional en la actualidad, Colombia tiene un déficit cuantitativo y cualitativo de la misma, al cual el Estado ha tratado de dar solución a través de la ejecución proyectos VIS.

Actualmente la demanda de vivienda para los estratos bajos se ha incrementado, debido a circunstancias de orden político, social y económico. Por lo tanto, en Colombia las VIS se proyectan en función del factor económico y se han desligado en gran medida de las condiciones de sostenibilidad, dejando al azar el comportamiento de los diferentes fenómenos naturales a los que se enfrentan diariamente las edificaciones. Éstas, carecen de lineamientos arquitectónicos y constructivos que respondan a las necesidades de los usuarios y a las condiciones del territorio.

Este trabajo hace parte de una investigación cuyo objetivo fue elaborar una metodología de evaluación de sostenibilidad en proyectos VIS mediante la aplicación de indicadores; para ello se consideraron ejes temáticos tales como selección del sitio, materiales de construcción, calidad y consumo de servicios públicos, los cuales arrojaron como resultado la necesidad de disminuir los impactos ambientales asociados a la construcción y el uso de las viviendas. La investigación se realizó en dos etapas: en la primera, se diagnosticaron las temáticas, las variables y su estructura. En la segunda, se recolectó la información para la aplicación de una matriz de evaluación de sostenibilidad a través de indicadores, teniendo en cuenta aspectos que se deben incluir para construir una vivienda digna y accesible para los habitantes de bajos recursos en la ciudad de Medellín.

2. ESTUDIO DE CASO

Se realizó un estudio exploratorio descriptivo sobre los indicadores relacionados con la vivienda de interés social sostenible y su aplicación en dos proyectos de este tipo. Para ello se desarrolló una encuesta basada en la evaluación de las condiciones habitacionales de materiales de construcción, calidad y uso de servicios públicos, ambiente interno y confort.

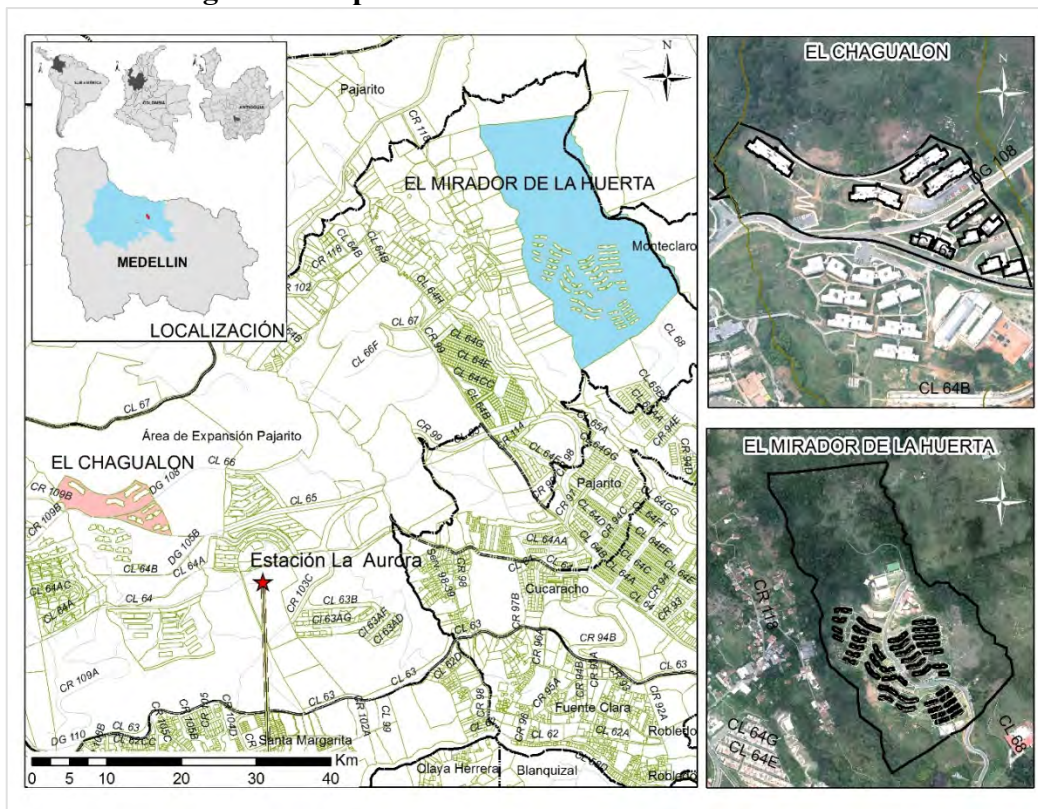
La encuesta se aplicó de forma presencial, en dos proyectos construidos por el Instituto Social de Vivienda y Hábitat de Medellín (ISVIMED), localizados en la zona occidental de la ciudad, específicamente en la comuna 7 (Robledo). Ver Figura 1.

Para el cálculo de la muestra, con el fin de garantizar la representatividad de los resultados de la encuesta se empleó la siguiente fórmula para poblaciones finitas y conocidas:

$$n = \frac{k^2 \times N \times p \times q}{e^2(N-1) + k^2 \times p \times q} \quad [\text{Ec.1}]$$

Reemplazando los valores que se establecen en la ecuación con una probabilidad de ocurrencia (p), y no ocurrencia (q) del 50% cada una, un error de muestreo (e) del 10%, un nivel de confianza del 95%, que en una distribución normal con dos colas tiene un valor de referencia (k) de 1.96, se pudo calcular un tamaño de muestra de 74 apartamentos, sobre una población total (N) de 328 apartamentos para el proyecto El Chagalón, y un tamaño de muestra de 87 apartamentos, sobre una población total (N) de 992 apartamentos para el proyecto El Mirador de La Huerta.

Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio



Fuente: elaboración propia

Para la selección de los proyectos objeto de estudio, se tuvieron en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Tipo de proyecto: Edificios.
- ✓ Ubicados en zonas de ladera.
- ✓ Mínimo 150 unidades habitacionales.

Los proyectos considerados como caso de estudio, se eligieron con la premisa de haber sido ejecutados en las últimas administraciones locales, con el fin de determinar desde la cartografía, las visitas de campo, una matriz de indicadores de sostenibilidad y las encuestas de cada tema, cuál de ellos presenta mejores condiciones de sostenibilidad para proponer alternativas de diseño y construcción de viviendas de este tipo. Los proyectos seleccionados fueron El Mirador de La Huerta y El Chagalón, ambos pertenecientes al macro-proyecto de interés Social Nacional Nuevo Occidente “Viviendas con Corazón:

hacia Territorios Equitativos”, ubicado en el área de desarrollo del plan parcial en suelo de expansión de Pajarito en el municipio de Medellín y hacen parte de la unidad de gestión número II de dicho proyecto, el cual corresponde a una iniciativa mixta del sector público y privado que buscó incorporar al suelo urbano 2’300.300m² de suelo rural pertenecientes al corregimiento de San Cristóbal, en lo que alguna vez se denominó Cucaracho, y que se consolidarían como los terrenos de expansión de la ciudad de Medellín.

De los terrenos mencionados, 723.000m² son urbanizados y 792.000m² son terrenos con restricciones, destinados a zonas verdes, conservación de quebradas, paisajismo y espacio público. Los propósitos del plan parcial se enmarcaron bajo el concepto de territorios sostenibles, en donde el nuevo suelo urbanizable cumpliera una función social y ecológica, al dar respuesta al déficit habitacional con el que cuenta la ciudad y dar respuesta a los sistemas bióticos característicos de esta zona de montaña, respectivamente, con la idea de garantizar los derechos a una vida digna y a una ciudad accesible, partiendo del sistema integrado de transporte y la naturaleza, como un medio alternativo de generación de espacio público.

La urbanización El Chagualón fue construida el año 2009, para este tiempo accedieron al título de propiedad los antiguos habitantes de la forma del barrio Moravia y los que fueron trasladados por declaratoria ZARN (Zona de Alto Riesgo No Recuperable), gracias a demanda abierta y por reubicación por la conexión vial Aburrá-Río Cauca. Cuenta con 328 soluciones habitacionales.

El proyecto El Mirador de La Huerta fue construido en el 2006, destinado a familias que fueron reasentadas por declaratoria ZARN (Zona de Alto Riesgo No Recuperable) en sus territorios de procedencia. Cuenta con 992 soluciones habitacionales.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN

La evaluación de la sostenibilidad partió de la definición de ejes, cada uno de los cuales, se relaciona con elementos importantes a considerar, estos son. Los ejes a su vez se subdividen en temas, cada uno de ellos con un indicador vinculado. A continuación se presenta los resultados obtenidos con la aplicación de los indicadores a los Proyectos El Chagualón y El Mirador de La Huerta.

3.1. Eje temático: Materiales de construcción

La escogencia adecuada de los materiales debe ir encaminada a las normas técnicas que otorgan certificados ambientales a ciertos materiales que cumplen con la responsabilidad de mitigar los efectos e impactos que puedan generarse al medio ambiente, la humanidad y la fauna, y dichos impactos se dan mediante el ciclo de vida de los materiales, entre los que se tienen (Carvajal Peláez et al., 2014):

- La extracción y explotación de materias primas.
- Transformación de la materia prima.
- Transporte y movilización de materiales
- Etapa de procesos constructivos

- Reciclaje y disposición de desechos.

3.1.1 Descripción de los indicadores

A continuación se presenta la descripción general de cada uno de los indicadores valorados para los proyectos en estudio, teniendo en cuenta que dicha valoración se realizó para niveles de pisos bajos, medios y altos.

- *Origen de materiales para las viviendas*, medido en porcentaje y considera el origen de material (Reusado, Reciclado y Nuevo).
- *Análisis de distancia al origen de los materiales utilizados para la vivienda*, medido en (Km) y considera distancias locales (<25Km), Nacionales (Entre 25-1500Km) e Internacionales (>1500Km)
- *Durabilidad*, el cual considera el grado de durabilidad de los tipos de materiales por componentes (Estructura, Mampostería y Acabados)
- *Sencillez compositiva*, medido en porcentaje y considera la sencillez técnica y constructiva del sistema constructivo.
- *Características de los tipos de materiales*, medido en porcentaje y considera las características térmicas y acústicas de los materiales.
- *Distancia a sitios de disposición de desechos*, medido en (Km) y considera la siguiente clasificación: Cerca (<1 Km), Relativamente cerca (2 Km), Medianamente cerca (3 Km), Lejos (5 Km) y Muy Lejos (>5Km).

3.1.2 Resultados encuestas de visitas de campo

- *Cubiertas*

Con base a la información recopilada se tiene que para los dos proyectos predomina la losa en concreto como tipo de cubierta, presentando un buen estado en cuanto a deterioro y uso.

- *Muros*

En el proyecto El Chagualón se encontró que todos los muros eran en hormigón y para El Mirador de la Huerta se tuvo una equivalencia igual en muros de hormigón y ladrillo. Los muros de ambos proyectos se encontraron en buen estado.

- *Pisos*

En cuanto a pisos se encontró para El Mirador de la Huerta gran predominancia de piso en cerámica y para El Chagualón hubo predominio de piso en cemento pulido. El estado en general de los pisos para ambos proyectos fue bueno, sin embargo uno de los apartamentos con piso pulido del Mirador de la Huerta presento un estado regular.

3.2. Eje temático: Servicios públicos

Los servicios públicos deben satisfacer una necesidad social determinada al que cada individuo tiene derecho. Esto hace parte de contar con una vivienda digna, en donde debe

primar la realización efectiva de la igualdad y del bienestar social. Los indicadores analizados para este tema fueron: Porcentaje de instalaciones adecuadas para el consumo, uso racional del recurso y porcentaje de tecnologías alternativas para el consumo.

En las viviendas visitadas del proyecto El Chagualón, se encontró que aproximadamente el 65% de la población tiene instalaciones adecuadas para el consumo, pero para el caso del uso racional del recurso y uso de tecnología alternativas el porcentaje de la población que hace uso de ellos es del 10%. Para el proyecto El Mirador de La Huerta, se encontró que aproximadamente el 75% la población tiene instalaciones adecuadas para el consumo, pero para el caso del uso racional del recurso y uso de tecnología alternativas el porcentaje de la población que hace uso de ellos es del 30%.

Respecto a la cobertura de Servicios de energía, acueducto, alcantarillado y gas, se encontró que todos los apartamentos visitados en cada proyecto cuentan con servicio permanente. En cuanto a los dispositivos ahorradores solo se encontraron bombillas ahorradoras de energía.

Con respecto a este servicio se evidencio que para el proyecto El Mirador de La Huerta más del 50% de los apartamentos disponía de estos dispositivos, contrario al proyecto El Chagualón, en donde solo el 25% aproximadamente hacia uso de los mismos.

Finalmente para el caso del manejo integrado de residuos sólidos se encontró que en el proyecto El Mirador de La Huerta existe un instrumento de recolección de basuras con uso constante, a diferencia del proyecto El Chagualón el cual carece de este instrumento, y solo cuentan con sitios destinados para la disposición y recolección de las basuras, los cuales no se encuentran cerca y no presentan un aseo adecuado. En cuanto a la separación de los residuos para ambos proyectos se tiene que más del 50% de los apartamentos realizan una constante separación de residuos, con presencia de recicladores en la zona.

3.3. Eje temático: Selección del sitio o emplazamiento

Se considera que la selección del sitio y el emplazamiento del proyecto, es un eje temático de gran importancia para la sostenibilidad de la vivienda en relación con el contexto territorial, ya que si no se realiza una adecuada selección del sitio, se pueden generar impactos ambientales en el área de influencia directa e indirecta. Este eje temático comprende los siguientes temas:

- Territorio: este tema involucra tres indicadores, relacionados con *amenazas y riesgo, suelos de protección y accesibilidad*.
- Movilidad: *accesibilidad, sistema de transporte y conectividad al sistema estructurante vial*
- Entorno construido: *cercanía a tipos de equipamientos y espacios públicos*

En resumen se encontró que en el caso de la urbanización El Chagualón, los dos indicadores más críticos son en su orden, cercanía a espacios públicos, con un nivel bajo y porcentaje del lote en amenaza y riesgo con un nivel bajo. En lo que respecta al caso de la urbanización El Mirador de La Huerta, los aspectos de movilidad y espacio público son los indicadores de puntuación más baja, debido a que por la situación geográfica del asentamiento, este se encuentra un poco asilado de la dinámica del territorio de ciudad que oferta equipamientos y espacios públicos.

3.4. Eje temático: Bioclimática

Para el componente bioclimático, el análisis comenzó por las tipologías edilicias de los proyectos seleccionados, encontrando sólo 2 tipos de agrupación de apartamentos representativos, uno de edificios de doble crujía, y otros de edificios de una sola crujía, ambas tipologías con punto fijo en el centro. Se encontró también que por su ubicación en condición de ladera, hace que el ingreso a los edificios sea por los pisos medios, permitiendo así un desplazamiento eficiente que reduce los costos (Arquitectos, 2015).

Para el caso del Proyecto El Chagualón, este proyecto cuenta con el diseño de un solo módulo habitacional, que se va replicando a manera de espejo, hasta lograr su agrupación; en este proceso, la única variación que se da, es el cambio del ingreso al apartamento, según su localización en la planta.

En el Proyecto El Mirador de La Huerta se presenta nuevamente el diseño de un solo apartamento, que se va invirtiendo para facilitar su agrupación. En este caso, la zona de servicios se dispone en una franja perpendicular a la circulación.

Después del análisis arquitectónico general de los proyectos, se eligieron en cada caso, los bloques a los cuales se les realizó un análisis de asoleamiento y ventilación. Los criterios de selección fueron: la implantación en el lugar, considerando diferente altura en la ladera, la orientación respecto al sol y la orientación respecto a la corriente de viento predominante. A su vez, en cada bloque se seleccionaron diferentes apartamentos, que fueron estudiados en distintas alturas (nivel bajo, medio y alto), debido a la condición repetitiva de las plantas (Melguizo Bermúdez & Uribe Toro, 1987); (Mermet, 2005).

En el análisis de asoleamiento, se realizó un estudio de sombras, donde se trabajó con el conjunto de bloques, tanto en planta como en sección, con lo cual se mostraron las sombras arrojadas por cada uno según la hora del día, y así se pudo determinar la influencia de éstos entre sí. En el análisis se tomaron como referencia el mes de Junio y Diciembre, a las 9am, 12m y 3pm, Respectivamente, por considerarse las horas más críticas respecto a la incidencia solar. El ejercicio se realizó en cada apartamento, en los diferentes niveles, encontrando que los valores obtenidos para El Mirador de La Huerta y El Chagualón arrojaron un 55% de promedio de asoleamiento por bloque al año.

Los análisis de ventilación fueron realizados teniendo en cuenta tres criterios de evaluación: Localización del proyecto respecto a la dirección del viento, las renovaciones de aire necesarias para la salubridad, y la discriminación valorativa del viento en cada espacio de la vivienda.

Haciendo la comparación de ambos proyectos se encontró que los datos obtenidos en las categorías de asoleamiento y ventilación, fueron comparados y promediados para obtener una calificación final en cada apartamento. Debido a que el sol no está presente durante las 24 horas del día, sino solamente durante 10 horas aproximadamente; se determinó que el factor de Ventilación tenía un valor de 60%, mientras que el Asoleamiento un valor de 40%.

CONCLUSIONES

Al realizar el levantamiento de información primaria, empleando como instrumentos

encuestas, fichas de observación y registros fotográficos, se evidenciaron algunas discrepancias respecto a la información obtenida por fuentes secundarias. Esto llevó a que algunos de los indicadores propuestos se revisaran y se redefiniera su importancia.

Temáticas como el costo de la tierra, la frecuencia del transporte público y los equipamientos públicos (iglesias, sedes de la Junta de acción comunal) deberían ser incluidos en el análisis de la matriz de sostenibilidad. Así mismo, se encontró que respecto a los indicadores que dan cuenta de la calidad de vida y el desarrollo humano, el eje respectivo se queda corto al involucrar con esta lógica solo indicadores de carácter físico, cuando hay indicadores de tipo social que pueden dar cuenta de las condiciones de habitabilidad de un proyecto. Como consecuencia de ello, se hizo necesario un nuevo eje denominado habitabilidad, que combina indicadores sociales con indicadores bioclimáticos, que hacen énfasis en el confort y la ergonomía.

Estos proyectos disponen los bloques sin tener en cuenta la orientación respecto al sol y la dirección de los vientos predominantes. La agrupación en altura no sufre ninguna modificación, ya que el mismo diseño se repite en todos los niveles, ignorando la posibilidad de dar diferentes soluciones según el nivel; condición que perjudica en su mayoría, a los apartamentos del primer nivel. Un ejemplo de estas modificaciones podría ser la variación de las ventanas, los acabados, sillares y balcones, según la orientación o la altura a la que se encuentre.

La valoración de los apartamentos puede variar de acuerdo al nivel en el que estén ubicados, debido a que en cada nivel pueden presentarse distintas condiciones de asoleamiento y ventilación; lo que hace que el apartamento más alto, tenga una mejor calificación respecto al más bajo. Por eso, es importante evaluar la vivienda tanto en planta como en sección.

Según los resultados finales, se encontró que los edificios diseñados con una sola crujía (El Mirador de La Huerta) son más eficientes que los de doble crujía (El Chagualón). Esto se debe a que los apartamentos pueden tener dos fachadas abiertas, potenciando la ventilación cruzada, y en algunos casos, permitiendo aprovechar de mejor manera el sol.

REFERENCIAS

CARVAJAL PELÁEZ, G. I., A. BALAGUERA QUINTERO, et al. (2014). **Línea base para vivienda de interés social sostenible: caso ciudad de Medellín**. Medellín: Sello Editorial Universidad de Medellín. Medellín.

MELGUIZO BERMÚDEZ, S. AND O. URIBE TORO (1987). **Asoleamiento. Teoría general y diagramas**. Medellín, Universidad Nacional.

MERMET, A. G. (2005). **Ventilación natural de edificios**. Nobuko. Buenos Aires.

PVG ARQUITECTOS (2015). **"Innovación, desarrollo e investigación."** from <http://pvgarquitectos.com/idi/>



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

EMISSÕES DE CO₂ NO CICLO DE VIDA DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL: ESTUDO DE CASO PARA O DF-BRASIL

CALDAS, Lucas Rosse (1); SPOSTO, Rosa Maria (2); PAULSEN, Jacob Silva (3); SANTOS FILHO, Vamberto Machado (4)

(1) Universidade de Brasília, (62) 96188507, e-mail: lrc.ambiental@gmail.com (2) Universidade de Brasília, e-mail: (61) 32741517, e-mail: rmsposto@unb.br (3) Universidade de Brasília, (61) 81775595, e-mail: pausen.jacob@gmail.com (4) Universidade de Brasília, (61) 92958404 vambertomfilho@gmail.com

RESUMO

O impacto ambiental ocasionado pelo aquecimento global é causado pela emissão de gases do efeito estufa, sendo o dióxido de carbono (CO₂) o principal deles. O setor da construção civil é apontado como um dos principais contribuintes para a sua geração, e considerando-se o déficit habitacional atual no Brasil, estima-se que há necessidade de construção de um número significativo de habitações, que demandarão maior consumo de matéria prima e energia gerando assim quantidades significativas de emissões de CO₂. Este trabalho tem como objetivo o levantamento e a análise da emissão de CO₂ advinda do ciclo da construção de uma habitação de interesse social, considerando-se as etapas de pré-uso, uso e pós-uso, verificando qual é a mais impactante em termos de emissão. Como metodologia foi realizada a avaliação de ciclo de vida (ACV) com foco na emissão de CO₂ de um projeto padrão de uma habitação localizada na cidade de Brasília – DF. A partir dos resultados obtidos, é possível verificar a contribuição de cada sistema e etapa do ciclo de vida da habitação e assim alimentar o banco de dados para o inventário nacional de ACV, além de poder subsidiar políticas de mitigação de CO₂ no setor da construção civil.

Palavras-chave: ACV, Emissão de CO₂, Habitação de Interesse Social.

ABSTRACT

The environmental impact caused by global warming is caused by the emission of greenhouse gases, and carbon dioxide (CO₂) is considered the main one. The construction sector is identified as a major contributor to their generation, and considering the current housing deficit in Brazil, it is estimated that there is need to build a significant number of dwellings, which will require increased consumption of raw materials, energy generating and amounts of CO₂ emissions. This paper aims to survey and analysis of CO₂ emissions arising from the construction cycle of a social housing, considering the stages of pre-use, use and post-use, checking what is the most important in terms of issue. The methodology was performed to evaluate life cycle assessment (LCA) with a focus on CO₂ emissions of a standard design of a dwelling located in Brasília - DF. From the results obtained, it is possible to verify the contribution of each system and stage of the housing life cycle and thus feed the database to the national LCA inventory, and can subsidize CO₂ mitigation policies in the construction sector.

Keywords: LCA, CO₂ emissions, Social housing.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é apontada como uma indústria impactante do ponto de vista ambiental, sendo um dos motivos a elevada emissão de CO₂ de alguns dos materiais empregados no setor. Devido ao déficit habitacional existente no país que atinge principalmente a população de baixa renda, nos últimos anos ocorreu um aumento significativo na produção de habitações de interesse social (HIS). Devido a este aumento, pode-se dizer que ocorreu um maior consumo de matéria prima e energia gerando assim quantidades significativas de emissões de CO₂.

Surge então a necessidade de avaliar os impactos ambientais associados ao ciclo de vida das HIS, sendo uma das ferramentas mais utilizadas a análise do ciclo de vida (ACV). Segundo a ABNT NBR ISO 14040 (2009), a ACV pode ser definida como uma forma de análise dos impactos ambientais de todas as etapas inter-relacionadas de um sistema de produtos. Ela consiste no levantamento das entradas e saídas desde a extração da matéria prima, processo produtivo, uso e operação até a etapa final pós-uso, esta última podendo ser a etapa de reutilização, reciclagem ou disposição final.

A realização de uma ACV é um processo complexo, por envolver um numero elevado de variáveis e os diversos impactos associados aos processos produtivos. Desta forma, muitos trabalhos tem buscado dividir o estudo em partes, onde são levantados e analisados alguns tipos de impactos, como energia consumida, emissão de CO₂, consumo de água e etc. Tal divisão é favorável para a obtenção de um estudo mais detalhado do impacto escolhido.

Apesar de ser um tema relativamente novo na engenharia civil, tem surgido uma série de estudos sobre ACV relacionados a habitações na literatura nacional, como Tavares (2006), Nabut Neto (2011), Carminatti Júnior (2012), Costa (2012) e Silva *et al.* (2013); e internacional, entre eles, Huberman e Pearlmutter (2008), Radhi e Sharples (2013), Rakhshan *et al.* (2013), Devi e Palaniappan (2014) e Wen *et al.* (2015). Muitos destes estudos focam na mensuração do consumo energético e emissões de CO₂ durante o ciclo de vida da habitação. A maioria adota para a análise um tempo de vida útil da habitação de cinquenta anos e é observado um maior percentual de energia e emissões de CO₂ na fase operacional (TAVARES, 2006; SARTORI e HESTNES, 2007).

Neste contexto o presente trabalho se justifica por realizar o levantamento e a análise de emissões de CO₂ advinda do ciclo da construção de uma HIS padrão localizada em Brasília-DF, considerando-se as etapas de pré-uso, uso, manutenção e pós-uso, verificando qual é a mais impactante em termos de emissões. Foi selecionado o impacto advindo das emissões de CO₂ por este ser o principal gás causador do aquecimento global.

2 METODOLOGIA

O objeto de estudo é uma habitação unifamiliar, localizada em Brasília – DF, com um espaço interno de 48 m². Ela possui dois quartos, uma sala, uma cozinha, um banheiro e uma pequena área de serviço na parte exterior. A habitação possui duas portas exteriores, três portas internas e cinco janelas. O sistema construtivo utilizado é do tipo convencional com blocos cerâmicos e estruturado com cintas de amarração e pilaretes de concreto armado.

A fundação não foi incluída no estudo, uma vez que depende da resistência do solo. Além disso, as instalações não foram incluídas devido à escassa quantidade de instalações deste tipo de habitação. Para o inventário do ciclo de vida da habitação

foram consideradas as fases de pré-uso (materiais utilizados, perdas dos materiais e transporte até a obra), uso (aparelhos, cocção e manutenção) e pós-uso (demolição e transporte dos resíduos até o aterro). Foram adotadas vida útil da habitação de cinquenta anos e unidade funcional em metro quadrado.

2.1 Fase de Pré-uso

Primeiramente foram levantadas as quantidades dos principais materiais constituintes da habitação, em massa, para a posterior quantificação da emissão de CO₂. Foram considerados todos os materiais que apresentaram percentuais da massa total da habitação maiores ou iguais a 1%. Os fatores de emissão (FCO₂) adotados foram retirados da literatura nacional. Os indicadores de perda também foram retirados da literatura nacional e as distâncias utilizadas no transporte foram calculadas via *Google Maps*, considerando o transporte das fábricas até o canteiro de obras, localizado em um ponto hipotético da cidade de Brasília – DF. Foi utilizado um fator de consumo de energia no transporte, descrito por Nabut Neto (2011), de 0,0136 L/km.ton. Este valor foi convertido em um fator de emissão de CO₂, de 0,00004 kg CO₂/km.kg.

As perdas, referentes à massa produzida desperdiçada, de cada material foram consideradas, em termos de acréscimo de massa. A etapa de transporte das perdas até o local de destinação final também foi contabilizada. E por fim, não foi considerada a etapa de execução da habitação visto que é uma habitação que demanda pequeno consumo de mão de obra. Os dados utilizados estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1 – Levantamento dos materiais, fatores de emissão, perdas e distâncias de transporte

Materiais	Quantidade (kg)	FCO ₂ (kgCO ₂ /kg)	Fonte	Perdas ¹	Transporte (km)
Bloco cerâmico furado	10586	0,91	Costa ² (2012)	3%	200
Argamassa	14788	0.16	Costa ² (2012)	25%	200
Pintura (paredes internas e externas)	210	0,70	Tavares (2006)	15%	200
Telhas Cerâmicas	4032	0,91	Costa ² (2012)	10%	100
Madeira (telhado)	1546	0,32	Tavares (2006)	15%	400
PVC (forro)	238	0,55	Costa ² (2012)	5%	400
Concreto (25 Mpa - Cimento CP-IIIF)	7370	0,14	Costa ² (2012)	9%	100
Cerâmica (piso)	901	0,86	Stachera e Casagrande (2007)	10%	300
Janelas e portas externas (alumínio)	655	4,03	Costa ² (2012)	0%	300
Portas Internas de Madeira	390	0,40	Costa ² (2012)	0%	300
Massa Total (kg)	40616	-	-	-	-

¹ Agopyan et al. 1998 e PINI 1996.

² Baseado no método QE – CO₂ – nível básico. A etapa de transporte foi desconsiderada.

Fonte: Elaborado pelos AUTORES 2015

2.2 Fase de Uso e Manutenção

A emissão de CO₂ nas habitações e edificações está relacionada à utilização da energia elétrica para o funcionamento dos aparelhos eletrônicos e cocção de alimentos. Neste estudo foi levantado o fator de emissão de dióxido de carbono (FCO₂) por MJ de energia gerada, baseado na matriz energética brasileira (BEN, 2014). O fator de CO₂ (FCO₂) encontrado foi de 0,020 kgCO₂/MJ de energia elétrica, valor próximo utilizado por Tavares (2006), de 0,0181 kgCO₂/MJ.

O cálculo das emissões de CO₂ proveniente da energia elétrica consumida na habitação foi levantado por meio da seleção de aparelhos eletrodomésticos mais comuns em uma habitação de baixo padrão. Os aparelhos escolhidos estão presentes no Quadro 2. Foi calculada o consumo de energia mensal, em kwh, este foi transformado no consumo anual, em MJ, e ao final o consumo total, para a vida útil de cinquenta anos. A energia total consumida foi multiplicada pelo FCO₂.

Quadro 2 – Cálculo da emissão de CO₂ devido a eletricidade

Aparelhos Elétricos	nº	Pot Média (Watts)	Dias de uso no mês	Tempo de utilização h/dia	Consumo médio mensal (kwh)	Consumo anual (kwh)
Geladeira 1 porta	1	35	30	24,0	25,20	302,40
Chuveiro Elétrico	1	4500	30	0,7	90,00	1080,00
Lâmpadas	2	100	30	5,0	30,00	360,00
Lâmpadas	3	60	30	5,0	27,00	324,00
Televisão	1	101	30	5,0	15,15	181,80
Ferro Elétrico	1	1050	12	1,0	12,60	151,20
Lava Roupas	1	147	12	1,0	1,76	21,17
Aparelho de som	1	110	30	3,0	9,90	118,80
Telefone sem fio	1	3	30	24,0	2,16	25,92
Computador	1	63	30	8,0	15,12	181,44
Consumo total em um ano (GJ)					9,88	
Consumo total para vida útil de 50 anos (GJ)					494,41	

Fonte: Adaptado de BERMANN 2003 e PROCEL 2015

Para o calculo das emissões provenientes durante o processo de cocção realizado nas habitações foi considerado neste estudo apenas a utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP). Foi adotado um consumo mensal mínimo, para uma família comum, com quatro pessoas, de 13 kg de GLP (um botijão de gás). Para a determinação da emissão total da atividade de cocção, multiplicou-se a quantidade de GLP ao longo da vida útil adotada pelo FCO₂ do GLP (0,06 kg CO₂/MJ).

Sabe-se que a manutenção e a substituição do material dependem do plano de manutenção, onde são estimados intervalos para manutenção. Estes intervalos foram escolhidos com base na ABNT NBR 15575 (2013) que define uma vida útil de projeto (VUP) mínima para os sistemas da edificação. Os valores adotados e o fator de reposição para cinquenta anos está apresentado no Quadro 3. O Fator de reposição foi calculado pela divisão da vida útil adotada e o tempo de substituição.

Quadro 3 – Determinação do tempo de manutenção e fator de reposição

Elementos	Tempo de Substituição	Fator de Reposição
Paredes externas	40	1,3
Paredes Internas e Telhado	20	2,5
Piso	13	3,8
Janelas e Portas	40	1,3
Pintura	5	10,0

Fonte: ABNT NBR 15575 (2013)

Para o cálculo das emissões da fase de manutenção foi utilizada a equação 1, apresentada a seguir:

$$EM = \frac{Cm \times (1 + \frac{P}{100}) \times FCO_2 \times FR}{1000} \quad (1)$$

onde,

- EM = emissões na manutenção (t);
- Cm = consumo materiais (kg);
- P = perdas (%);
- FCO₂ = fator de emissão (kgCO₂/kg);
- FR = fator de reposição (-);

2.3 Fase de Pós – uso

Na fase pós-uso, foi assumido que toda a habitação (todos os materiais utilizados na fase inicial e de reposição juntamente com as perdas) é demolida e transportada para o aterro sanitário mais próximo. Na demolição foi considerado para 1m³ da edificação a utilização de 1,5h martelos rompedores e 0,05h de pá carregadeira, que consomem 1,9 L de gasolina e 0,17 L de óleo diesel respectivamente (TAVARES, 2006). A partir dos dados de Goldemberg e Lucon (2011) foi encontrado um fator de emissão de CO₂ para a demolição de 0,0025 kgCO₂/kg material. Este fator de emissão foi multiplicado pela massa total. Foi adotado o mesmo fator de transporte adotado no transporte dos materiais da fábrica até o canteiro, de 0,00004 kg CO₂/km.kg. Este fator foi multiplicado pela massa total e pela distância percorrida até o aterro sanitário, que foi de 80 Km. Portanto, as emissões da fase de pós-uso foram resultantes da soma das emissões da demolição e transporte dos resíduos até o aterro sanitário.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da massa e fatores de emissão apresentados anteriormente foi calculada a quantidade total de emissões durante todo o ciclo de vida da habitação (Equação 2).

$$ETot = \frac{EI + ET + EA + EC + EM + EP}{A} \quad (2)$$

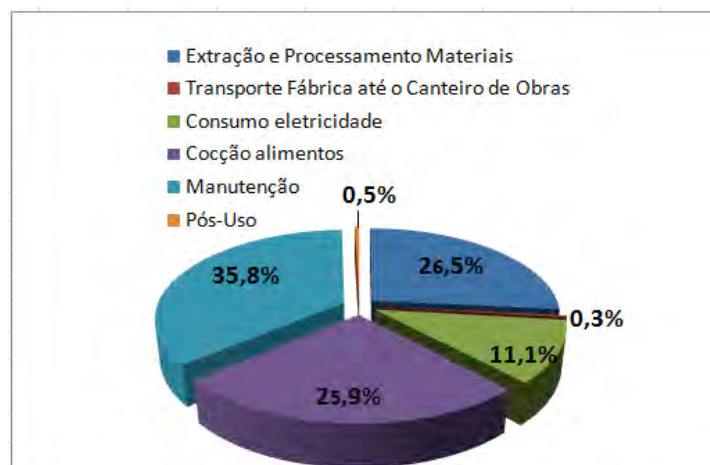
onde,

- ETot = emissões totais (t/m²);
- EI = emissões iniciais (extração e processamento materiais) (t);
- ET = emissões transporte fábrica até canteiro de obras (t);
- EA = emissões consumo eletricidade (t);
- EC = emissões cocção alimentos (t);
- EP = emissões pós-uso (t);
- A = área em planta da habitação (m²);

A habitação apresentou, para todo seu ciclo de vida, emissões totais (ETot) de 1,84 t CO₂/m², valor superior ao encontrado por Tavares (2006), que foi de 1,03 t CO₂/m² e Huberman e Pearlmutter (2008), entre 1,09 a 1,38 tCO₂/m². Todos os estudos analisaram habitações populares. Os resultados foram diferentes provavelmente devido a uma série de suposições que são adotadas ao longo dos estudos, referentes às especificações de alguns materiais e aos seus processos de fabricação, as fontes de dados (primários ou secundários) e ao consumo de energia na fase operacional.

Posteriormente foi analisada a participação de cada etapa ao longo do ciclo de vida da habitação, conforme é apresentado na Figura 1. Foi encontrada o percentual de cada etapa dividindo cada termo da equação 2 pela quantidade de emissões totais (ETot).

Figura 1 – Emissões de CO₂ no ciclo de vida da habitação



Fonte: Elaborada pelos AUTORES (2015)

Em relação à participação de cada etapa, a de extração e processamento dos materiais foi expressiva, com 35,8% e, portanto merece atenção para a seleção dos materiais de menor emissão de CO₂, mas que ao mesmo tempo atendam os requisitos de desempenho e qualidade.

A etapa de uso (consumo eletricidade e cocção dos alimentos) e manutenção foi a que obteve maior participação, um total de 1,34 t de CO₂/m², sendo que 11,1% referente ao consumo de eletricidade, 25,9% a cocção dos alimentos e 35,8% a manutenção. Tal resultado já era esperado e também ocorreu nos trabalhos de Tavares (2006), Huberman e Pearlmutter (2008) e Rhadi e Sharples (2013). A etapa de manutenção foi muito impactante e normalmente é aquela que recebe menor atenção dos projetistas e usuários

da habitação, sendo muitas vezes desconsiderada. Portanto, é necessário atentar para a manutenibilidade (facilidade de manutenção) e a elaboração dos planos de manutenção para ser entregue aos futuros proprietários, diminuindo desta forma a necessidade de reposição dos materiais.

As etapas de transporte e pós-uso foram as menores, no entanto, deve-se pensar na utilização de materiais locais para diminuir as distâncias de transporte e tentar proporcionar a destinação final mais adequada para os resíduos, sempre priorizando os processos de reutilização, reaproveitamento e reciclagem.

4 CONCLUSÕES

Foi realizada a quantificação das emissões de CO₂ ao longo do ciclo de vida de uma habitação localizada em Brasília - DF, para as fases de pré-uso, uso e pós-uso.

Conclui-se que a fase de pré-uso é significativa, no entanto, a fase de uso (consumo de eletricidade e cocção dos alimentos) e manutenção são as mais impactantes em relação às emissões de CO₂ na habitação estudada e por isto deve receber atenção especial dos projetistas. A fase de transporte e pós-uso se mostram inferiores em relação às outras, no entanto, também merecem atenção para poder minimizar a quantidade de emissões.

A principal contribuição deste trabalho foi trazer uma análise de emissões de CO₂ ao longo de todo o ciclo de vida de uma habitação, podendo ser utilizada como elemento comparativo entre outros estudos. A inovação está na análise completa do ciclo de vida, relacionada às emissões de CO₂, para a realidade de Brasília-DF, sendo provavelmente o primeiro estudo com este escopo na região. A partir dos resultados obtidos, é possível alimentar o banco de dados para o inventário nacional de ACV, além de poder subsidiar políticas de mitigação de CO₂ no setor da construção civil.

E por fim, recomenda-se o estudo de outros indicadores relacionados à HIS, como o consumo de energia e de água e análise do desempenho dos sistemas da habitação, como por exemplo, o térmico e o acústico.

REFERÊNCIAS

AGOPYAN, U.E.L. SOUZA, J.C. PALIARI, A.C. **Pesquisa de Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras. Relatório final–VOLUME 4– Resultados e análises: aço, concreto usinado e blocos/tijolos.** EPUSP/FINEP/ITQC, 1998.

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

_____. **NBR ISO-15575-1:** Edificações Habitacionais – Desempenho – Parte 1: Requisitos Gerais. Rio de Janeiro, 2013.

BALANÇO ENERGÉTICO NACIONAL(BEN) 2014: Relatório Síntese ano base 2013. Brasília-DF, 2014.

BERMANN, C. **Energia no Brasil: Para quê? Para quem?**2ed. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2003. 139p.

CARMINATTI JÚNIOR, R.C. **Análise do Ciclo de Vida Energético de Projeto de Habitação de Interesse Social Concebido em Light Steel Framing.** 2012. 144f. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Centro de Ciências Exatas e de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Construção Civil, Universidade São Carlos, São Carlos.

COSTA, B. L. C. **Quantificação Das Emissões De CO₂ Geradas Na Produção de Materiais Utilizados Na Construção Civil No Brasil**. 2012. 190f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

DEVI L, P.; PALANIAPPAN, S. **A case study on life cycle energy use of residential buildings Southern India**. Energy and Buildings. 2014. p. 247-259.

GOLDEMBERG, J.; LUCON, O. **Energia, Meio Ambiente e Desenvolvimento**. 3^a ed. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2011. 398p.

HUBERMAN, N.; PEARLMUTTER, D. **A life-cycle energy analysis of building materials in the Negev desert**. Energy and Buildings. p. 837-848. 2008.

NABUT NETO, A.C. **Energia Incorporada e Emissões de CO₂ de Fachadas. Estudo de Caso do Steel Frame para Utilização em Brasília**. 2011. 154f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil). Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília.

PROGRAMA NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE ENERGIA (Procel). Disponível em: <<http://www.procelinfo.com.br/main.asp?View=%7BE6BC2A5F-E787-48AF-B485-439862B17000%7D>>. Acesso em 24/08/14.

RADHI, H., SHARPLES, S. **Global Warming implications of façade parameters: A life cycle assessment of residential buildings in Bahrain**. Environmental Impact Assessment Review. p. 99-108. 2013.

RAKSHAN, K.; FRIESS, W. A.; TAJERZADEH, S. **Evaluating the sustainability of improved building insulation: A case study in the Dubai residential environment**. Building and Environment. Science Direct p. 105-110. 2013.

SARTORI, I.; HESTNES, A. G. **Energy Use In The Life Cycle of Conventional and Low – Energy Buildings: A Review Article**. Energy and Buildings. 2007. p. 249 – 257.

SILVA, F. G. S.; CARVALHO, J. L. V.; SALOMÃO, D.; GONÇALVES, J. P. Análise das Emissões de CO₂ na Construção Civil: Estudo de Caso na Região Metropolitana de Salvador. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO - INOVAÇÃO E SUSTENTABILIDADE, 8., 2013, Salvador. **Anais do VIII SIBRAGEC**. Salvador: Universidade Federal da Bahia, 2013. .

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 do IX ENGEMA**. Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2007.

TABELA DE COMPOSIÇÕES DE PREÇO PARA ORÇAMENTO (TCPO) 10. 1a edição–São Paulo. Editora PINI, 1996.

TAVARES, S.F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energética de Edificações Residenciais Brasileiras**. 2006. 225f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

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. 2015. p. 295 – 302.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

SIMULAÇÃO DE MELHORIA NO DESEMPENHO LUMÍNICO DE EDIFÍCIO POR MEIO DO USO DE PRATELEIRAS DE LUZ

ALVES NETTO, Ary R. (1); BARRETO, Douglas (2); AKUTSU, Maria (3)

(1) UFSCar, 16 3351 8261, eng.arynetto@terra.com.br (2) UFSCar, dbarreto@ufscar.br, (3) IPT, akutsuma@ipt.br

RESUMO

A demanda por energia elétrica vem aumentando ano a ano, sendo os sistemas de iluminação um dos responsáveis por grande parte da energia consumida nas edificações e no meio urbano, demandando ações em prol da eficiência energética. Utilizar da luz natural é um dos fatores que mais contribuem para que se obtenha economia de energia na iluminação de edifícios. Neste trabalho o uso iluminação natural na melhoria do desempenho energético do edifício foi por meio da análise do comportamento de prateleiras de luz. Para a análise foram realizadas simulações computacionais por meio do programa TropLux, visando analisar o potencial de economia de energia elétrica. As simulações computacionais foram feitas para um edifício da UFSCar, comparando-se sua situação original com elementos sombreadores, beiral e brises horizontais, com modelo proposto com a instalação de prateleira de luz. Os resultados das simulações indicam que o uso do dispositivo redirecionador da luz natural melhora os índices de iluminância e proporcionam economia de energia elétrica.

Palavras-chave: Luz natural; Eficiência energética; Prateleiras de luz.

ABSTRACT

The demand for electricity has been increasing year by year, and the lighting being responsible for much of the energy consumed in buildings and systems in urban areas, demanding action to improve energy efficiency. Use of natural light is one of the factors that contribute most to obtain energy savings of buildings' lighting. In this work the use of natural lighting on the improvement of energy performance of buildings was through the analysis of light shelves' behavior. For analyzing were performed computer simulations using TropLux, in order to analyze the potential for energy saving. Computer simulations were made to a building at UFSCar, comparing your unique situation with shading elements, eaves and horizontal brises, with model proposed with light shelves installed. The simulation results indicate that the use of redirector device of natural light improves illuminance levels and provides energy savings.

Keywords: Daylight; Energy efficiency; Light shelves.

1 INTRODUÇÃO

A necessidade de se estudar o uso mais racional dos recursos energéticos advém do alto consumo de energia elétrica, que de acordo com a Empresa de Pesquisa Energética – EPE (2014) em seus estudos a cerca das previsões de consumo de energia elétrica até o ano 2023, o crescimento médio anual da demanda total de eletricidade será de 5,5% ao ano para a classe comercial, 4,3% ao ano para a residencial e de 3,4% para as demais classes e a industrial, no Brasil.

Os sistemas de iluminação artificial são grandes consumidores dessa energia elétrica produzida, portanto o emprego de tecnologias avançadas de iluminação natural pode contribuir para a redução do consumo de energia nos edifícios (TOLEDO, 2013). Sendo

assim, passa-se a estudar meios de se otimizar o uso da luz natural, por meios não convencionais de iluminação. Os sistemas não convencionais de iluminação visam suprir as lacunas deixadas pelos sistemas convencionais, ou seja, complementar a iluminação de um ambiente que seria iluminado apenas por aberturas laterais e zenitais.

O sistema não convencional de iluminação natural estudado foi a prateleira de luz, elemento horizontal instalado nas aberturas laterais, podendo ser externo e/ou interno, e com a superfície superior refletora (FREEWAN, 2010). Atua como dispositivo de sombreamento que bloqueia a luz solar direta, redirecionando-a para o teto, melhorando a distribuição da luminosidade nos pontos mais distantes da abertura lateral, além de minimizar o aquecimento das áreas próximas às aberturas, permitindo a melhoria do conforto térmico (FREEWAN, 2010; MAIOLI, TAUFNER e ALVAREZ, 2014).

Neste trabalho, foi avaliado o desempenho energético de uma sala de aula de um prédio da Universidade Federal de São Carlos, na qual foi analisado o comportamento da prateleira de luz com relação ao desempenho lumínico por meio de simulações computacionais realizadas com o programa TropLux.

O programa TropLux, permite a avaliação da iluminação natural, com particular atenção para as características climáticas e arquitetônicas de zonas tropicais. Esta característica apresenta-se como uma vantagem, porque permite a simulação dos ambientes sob condições de iluminação natural com tipos de céus com variada distribuição de iluminâncias. (CABÚS, 2011). Baseia-se nos conceitos dos métodos do “Raio Traçado”, “Monte Carlo” e do “Fator de Luz Diurna”. Para o cálculo das componentes refletidas externa e interna, o TropLux utiliza a subdivisão de céu proposta pela *ComissionInternationale de L’eclairage* - CIE (2003), que o divide em 145 partes, e utiliza uma subdivisão mais refinada com 5221 partes, para o cálculo da componente direta (CABÚS, 2005).

2 OBJETIVOS

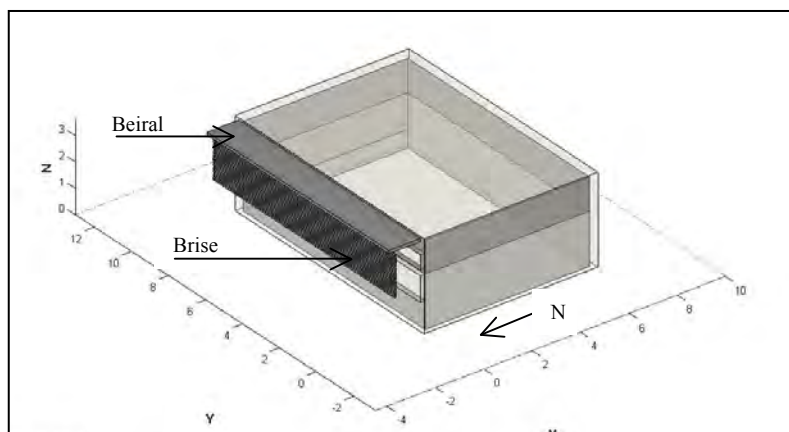
Verificar a melhoria no desempenho energético de um edifício no qual foi proposta a utilização de sistema não convencional de iluminação natural, por meio de simulações computacionais.

3 METODOLOGIA

Para a avaliação da eficiência energética do ambiente estudado foi considerado o desempenho lumínico das prateleiras de luz com relação ao melhor aproveitamento da luz natural. Este melhor aproveitamento foi avaliado por meio da estimativa do potencial de economia de energia elétrica que seria consumida pelo sistema de iluminação artificial durante o período diurno.

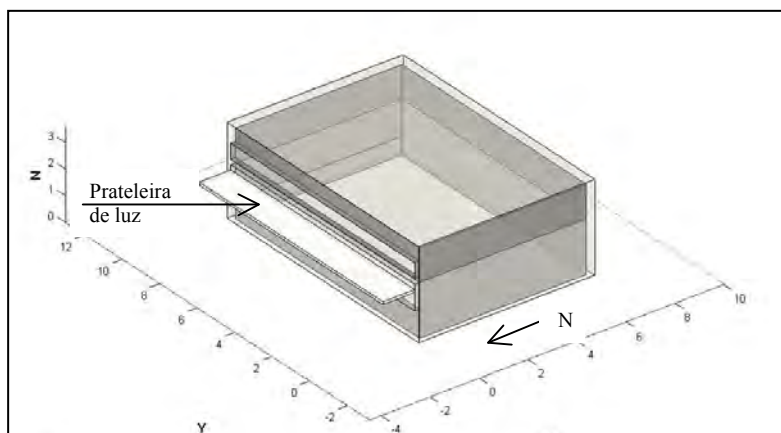
Esta análise ocorreu por meio de comparações entre os resultados das simulações computacionais executadas. Foi nomeado de Modelo de Referência (MR) o ambiente estudado, na configuração em que o mesmo foi projetado e executado, ou seja, com elementos de sombreamento: beiral e brises horizontais, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1. Modelo de Referência (MR).



O outro modelo estudado foi denominado de Modelo Proposto (MP), no qual foi considerada a instalação da prateleira de luz em substituição ao beiral e brises existentes. A prateleira de luz foi simulada à 1,80 metros do nível do piso acabado, com as mesmas dimensões do beiral existente, 1,50 metros de largura por 9,80 metros de comprimento, conforme ilustra a Figura 2.

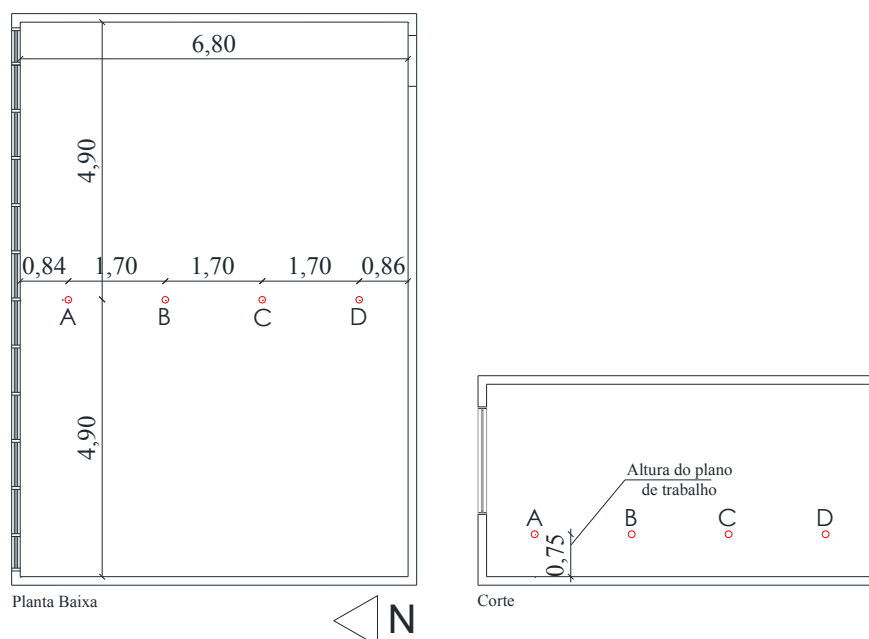
Figura 2. Modelo Proposto (MP).



Por meio de simulação computacional, conforme os procedimentos determinados pela norma NBR 15215-4/04 (ABNT, 2004) e utilizando-se o software TropLux V7, foi feito o registro das iluminâncias em cada ponto analisado para ambos os modelos estudados. As simulações foram realizadas para os solstícios de inverno (dia 22 de junho) e de verão (dia 22 de dezembro), das 8:00h às 18:00h, com intervalos de 15 minutos.

Foi determinado o número mínimo de pontos necessários para verificação do nível de iluminação natural, porém, dos 20 pontos determinados, conforme o procedimento descrito na norma anteriormente mencionada foi analisado apenas os pontos localizados no eixo central transversal, dispostos conforme Figura 3. O primeiro ponto está localizado próximo à janela, ponto A (distante 0,84 metros da abertura), o segundo, ponto B, distante 2,54 metros da abertura, o terceiro, ponto C, distante 1,70 metros do ponto B, e o último, ponto D, localizado mais ao distante da janela, 5,94 metros, e todos a uma altura de 0,75 metros do chão, estabelecendo o plano de trabalho.

Figura 3. Pontos analisados.



As simulações foram feitas considerando-se a geometria do ambiente, orientação da abertura com relação ao norte e as refletâncias das superfícies: internas do ambiente - cor bege; beiral – concreto; brises existentes - marrom escuro. Para a prateleira de luz, foi considerada que sua superfície superior seria clara, neste caso, como se a mesma fosse de madeira pintada de branco. Os dados referentes às refletâncias estão apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Características dos materiais - Refletância.

Plano	Refletância	Plano	Refletância
Teto	0,4	Piso	0,2
Parede A – interna	0,5	Beiral	0,4
Parede B – interna	0,5	Prateleira de Luz	0,8
Parede C – interna	0,5	Brise	0,04
Parede D – interna	0,5	Superfície de Trabalho	0

As comparações realizadas entre o MR e o MP foram feitas pontualmente, período a período para as duas épocas, solstícios de inverno e verão, analisadas, para o céu padrão 5 (CIE, 2003).

Após as simulações dos modelos, passou-se à análise do potencial de economia de energia elétrica, onde foram feitas comparações entre os valores obtidos.

Primeiro foi observado se para o período e ponto analisado o valor da iluminância obtido no MR atingiu o recomendado pela norma NBR 8995-1/13 (ABNT, 2013), caso o valor tenha satisfeito o valor mínimo recomendado, significa que para aquele período a iluminação natural é suficiente para o desempenho da atividade naquele ponto. Caso contrário, é feita a comparação com os MP, quando a mesma verificação com relação ao valor de iluminância recomendado é feita.

Ao ser analisado o MP para o mesmo período e ponto do MR, caso o valor da iluminância tenha satisfeito ao valor mínimo recomendado pela norma NBR 8995-

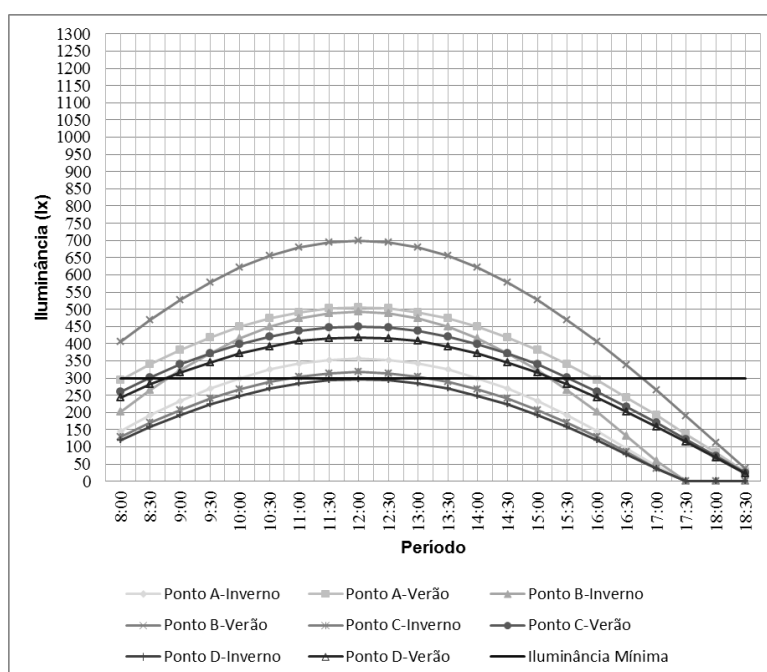
1/13 (ABNT, 2013) significa então que a prateleira de luz, na configuração de altura com relação ao piso acabado, foi efetiva, melhorando a iluminância do local, portanto, caracterizando um período de economia de energia elétrica, pois não há necessidade de iluminação por meio do sistema de iluminação artificial. Porém, caso mesmo após a simulação do MP, o período analisado pontualmente não apresente a iluminância adequada, demonstra que aquela configuração da prateleira de luz não apresentou o desempenho necessário.

4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Por meio das simulações, pôde-se observar que para o período de horas analisado e nas datas selecionadas, os índices de iluminância, registrados no Modelo de Referência, atingidos apenas com a luz natural ficam abaixo dos 300 lux, mínimo exigido em norma, principalmente no período da tarde. No período da manhã, já há necessidade do uso de luz artificial logo que se iniciam as atividades do local, exceção feita apenas no ponto B durante o solstício de verão.

A Figura 4 apresenta as curvas com os valores das iluminâncias registradas ao longo do período analisado para o Modelo de Referência. No ponto A, mesmo sendo o próximo da janela, para que se consiga atingir os 300 lux, há necessidade de utilização de luz artificial até as 10:00 horas durante o período do inverno.

Figura 4. Iluminâncias no Modelo de Referência.

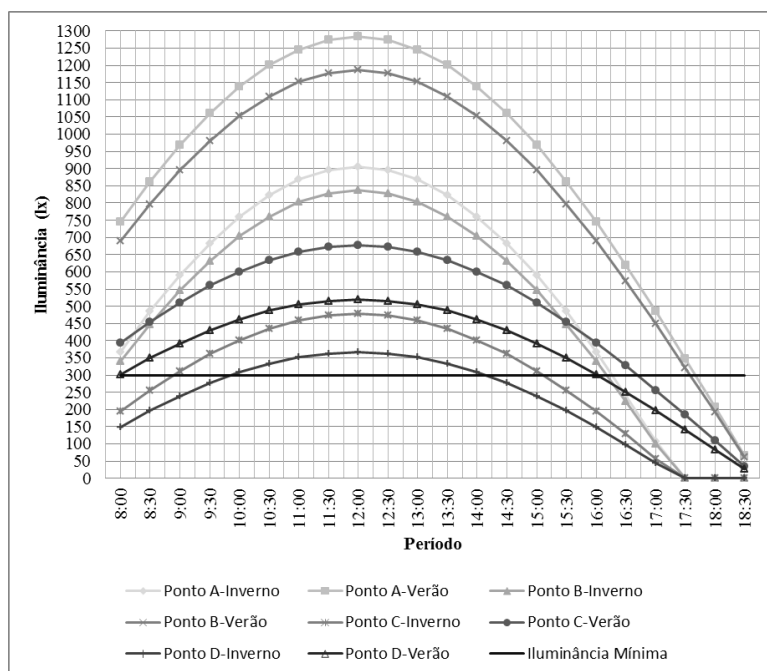


No ponto B, há uma redução da necessidade do tempo de suplementação pela luz artificial, que vai se tornando crescente novamente conforme os pontos vão se afastando da abertura lateral, chegando a ser totalmente necessária durante todo o período do inverno no ponto D, o mais afastado.

Os dados referentes ao Modelo Proposto são apresentados na Figura 5. Com a utilização da prateleira de luz, percebeu-se uma melhor distribuição da luz natural por todo o ambiente e um maior valor de iluminância nos pontos analisados. No período da manhã, apenas os pontos C e D não atingiram o valor de 300 lx, no

solstício de inverno. Já para o período da tarde, percebeu-se um maior período de utilização da luz natural, e desta forma, diminuindo a necessidade de suplementação por meio do sistema de iluminação artificial.

Figura 5. Iluminâncias no Modelo Proposto.



Após a análise do comportamento da prateleira de luz, com relação ao seu desempenho em melhorar os índices de iluminância internos, foi verificado a economia de energia elétrica que seria obtida.

Esta verificação foi feita pontualmente, comparando-se os modelos estudados tanto no solstício de inverno quanto no solstício de verão. Foi considerado o período de utilização da sala, ou seja, apenas os horários em que a mesma é ocupada, das 8:00h às 12:00h e das 14:00h às 18:00h. Os dados são mostrados na figura 5.

No ponto A, é possível se obter uma economia de até 56% com relação ao consumo de energia elétrica que seria gasta com o uso da iluminação artificial, durante o inverno. Percebe-se que no Modelo de Referência, a contribuição da iluminação artificial só era expressiva a partir das 10:00h e somente até às 14:00h, ou seja, durante metade de período da manhã e todo o período da tarde se fazia necessário o uso da iluminação artificial. Já no modelo proposto, todo o período da manhã e metade da tarde já seriam contemplados com a iluminação natural.

Analisando-se ainda o solstício de inverno, o ponto C que no Modelo de Referência apresentava índices de iluminância abaixo do mínimo exigido pela norma durante todo o período analisado, após o redirecionamento da luz natural passa a utilizar 34% menos da iluminação artificial.

Figura 5. Comparação entre os períodos analisados em ambos os Modelos, determinando os períodos de economia de energia elétrica.

H	Ponto A			Ponto B			Ponto C			Ponto D					
	Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão		Inverno	Verão				
	MR	MP	E	MR	MP	E	MR	MP	E	MR	MP	E	MR	MP	E
8:00	/		E				/		E	/	/		/	/	E
8:15	/		E				/		E	/	/		/	/	E
8:30	/		E				/		E	/	/		/	/	E
8:45	/		E				/		E	/	/		/	/	E
9:00	/		E				/		E	/	/		/	/	E
9:15	/		E				/		E	/	/		/	/	E
9:30	/		E				/		E	/	/		/	/	E
9:45	/		E				/		E	/	/		/	/	E
10:00							/		E	/	/		/	/	E
10:15							/		E	/	/		/	/	E
10:30							/		E	/	/		/	/	E
10:45							/		E	/	/		/	/	E
11:00							/		E	/	/		/	/	E
11:15							/		E	/	/		/	/	E
11:30							/		E	/	/		/	/	E
11:45							/		E	/	/		/	/	E
12:00							/		E	/	/		/	/	E
12:15							/		E	/	/		/	/	E
12:30							/		E	/	/		/	/	E
12:45							/		E	/	/		/	/	E
13:00							/		E	/	/		/	/	E
13:15							/		E	/	/		/	/	E
13:30							/		E	/	/		/	/	E
13:45							/		E	/	/		/	/	E
14:00							/		E	/	/		/	/	E
14:15	/		E				/		E	/	/		/	/	E
14:30	/		E				/		E	/	/		/	/	E
14:45	/		E				/		E	/	/		/	/	E
15:00	/		E				/		E	/	/		/	/	E
15:15	/		E				/		E	/	/		/	/	E
15:30	/		E				/		E	/	/		/	/	E
15:45	/		E				/		E	/	/		/	/	E
16:00	/		E				/		E	/	/		/	/	E
16:15	/		E	/		E	/		E	/	/		/	/	E
16:30	/		E	/		E	/		E	/	/		/	/	E
16:45	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
17:00	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
17:15	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
17:30	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
17:45	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
18:00	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
18:15	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E
18:30	/	/		/		E	/		E	/	/		/	/	E

Período de Uso			Período sem Uso		
/	Iluminação Artificial		/	Iluminação Artificial	
	Luz Natura			Luz Natura	
E	Economia de Energia Elétrica		E	Economia de Energia Elétrica	

Para o solstício de verão, o menor índice de economia foi verificado no ponto B, apenas 9%, porém é neste mesmo ponto que a iluminação artificial era menos solicitada, e após a simulação com a prateleira de luz se pode observar que apenas durante 15 minutos do período analisado, é se seria necessário acender as lâmpadas da sala.

A tabela 1 mostra um resumo da economia que poderia ser obtida, com a utilização da prateleira de luz, reduzindo-se o uso do sistema de iluminação artificial.

Tabela 1. Economia de energia elétrica estimada.

Ponto	Período Analisado		Ponto	Período Analisado	
	Solst. de Inverno	Solst. de Verão		Solst. de Inverno	Solst. de Verão
Pto A	56%	22%	Pto C	41%	22%
Pto B	22%	9%	Pto D	34%	19%

5 CONCLUSÃO

Após as simulações feitas, pode-se dizer que a prateleira de luz contribuiu de forma positiva para a melhoria da eficiência energética do ambiente estudado.

O desempenho do sistema é melhor para o período do inverno, período em que a contribuição da luz natural direta é maior. Durante este período a economia de energia elétrica seria da ordem dos 56%. Apesar de no período do solstício de verão, os ganhos serem menores, há a economia média de 20% de energia elétrica para os pontos mais distantes da janela.

Os resultados da simulação com a prateleira de luz mostraram que o dispositivo tende a melhorar o índice de iluminância do ambiente, e proporcionar ganhos energéticos expressivos com a economia de energia elétrica gasta com o sistema de iluminação artificial que seria usado durante o período diurno de forma a suplementar a carência da iluminação oriunda da luz natural.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15215: Iluminação Natural – Parte 4: Verificação experimental das condições de iluminação interna de edificações – Método de medição**, Rio de Janeiro, 2004. 13p.

_____. **NBR 8995-1: Iluminação de ambientes de trabalho – Parte 1: Interior**, Rio de Janeiro, 2013. 46p.

CABÚS, R. Validação do programa Troplux. **Encontro Nacional e Latino Americano de Conforto no Ambiente Construído**, p. 250-259, 2005.

_____. TropLux V5 – Guia do Usuário. Maceió, 2011.

CIE - COMMISSION INTERNATIONALE DE L'ECLAIRAGE. **ISO 15469:2003 – Spatial Distribution of Daylight – CIE Standard General Sky**, Viena, 2003.10p.

EPE – Empresa de Pesquisa Energética. **Projeção de Demanda de Energia Elétrica para os próximos 10 anos (2014 – 2023)**. Disponível em: <http://www.epe.gov.br/mercado/Documents/S%C3%A9rie%20Estudos%20de%20Energia/20140203_1.pdf> Acesso em: 20/11/2014.

FREEWAN, A. A. Maximizing the lightshelf performance by interection between lightshelf geometries and a curved ceiling. **Energy Conservation and Management**, n. 51, p. 1600-1604, 2010.

MAIOLI, R. N.; TAUFNER, M. D.; ALVAREZ, C. E. Impacto da escolha do vidro em aberturas associado ao dispositivo prateleira de luz para o conforto visual em ambientes de escritório. **Congresso Luso-Brasileiro de Materiais de Construção Sustentáveis**, p. 197-206, 2014.

TOLEDO, G. E. **Parâmetros de Design para a Configuração de Dutos de Luz Solar [dissertação]**. Curitiba: Programa de Pós - Graduação em Design, do Setor de Artes, Comunicação e Design da Universidade Federal do Paraná; 2013.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

Tecnologia da Informação e Comunicação na Construção / Tecnología de la Información y Comunicación en la Construcción



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ESTADO DE LA PRÁCTICA DEL BIM - COLOMBIA 2015

BOTERO, Luis Fernando (1); ISAZA PULIDO, Jorge Alonso (2); VÁZQUEZ HERNÁNDEZ, Alejandro (3)

(1) Universidad EAFIT, 4489500, lfbotero@eafit.edu.co; (2) Universidad EAFIT, 4489500, jisazap@eafit.edu.co; (3) Universidad EAFIT, 4489500, avasqu12@eafit.edu.co

RESUMEN

El desarrollo de proyectos de arquitectura, ingeniería, construcción y administración de inmuebles (AEC/FM) mediante la práctica del *software* de modelado de información en construcción (BIM) seduce rápidamente a los profesionales actuales por sus grandes ventajas. Sin embargo entre estos existe un gran porcentaje que por temor, precaución o desconocimiento, o por los costos asociados al cambio de tecnología desaprovechan las ventajas del BIM. El presente artículo ofrece un panorama completo de la práctica actual del *software* de BIM en Colombia, a partir de los resultados y las conclusiones de la encuesta realizada a profesionales que participan en proyectos de AEC/FM, con la finalidad de indagar sobre la exigencia de modelos de BIM, las etapas y los diseños técnicos que se desarrollan utilizando el BIM, el *software* de BIM más conocido y utilizado, la pertinencia del *software* de BIM en la toma de decisiones importantes, las ventajas y las barreras de adoptar la práctica del BIM y las calificaciones de las características del *software* de BIM. Entre los resultados más destacados se evidencia que el 94% de los encuestados considera que tarde o temprano los modelos de BIM serán una práctica generalizada en Colombia. Sin embargo, en la actualidad, solo el 18% de estos utilizan siempre o frecuentemente modelos de BIM como herramienta para el desarrollo de proyectos de AEC/FM.

Palabras-clave: *Software* de BIM, Prácticas de BIM, Modelos de BIM, Encuesta BIM, Innovación en Construcción.

ABSTRACT

The development of architectural, engineering, construction and facilities management (AEC/FM) through the practice of software building information modeling (BIM) quickly seduces current practitioners for their great advantages. But among these there is a large percentage of fear, caution or ignorance, or associated costs of technology change wasted the benefits of BIM. This article provides a comprehensive overview of current practice BIM software in Colombia, based on the results and conclusions of the survey of professionals involved in projects AEC / FM, in order to investigate the need for BIM models, stages and technical designs that are developed using the BIM, the BIM software known and used, relevance BIM software in making important decisions, benefits and barriers to adopt the practice of BIM and the ratings of the BIM software features. Among the most important results is evidence that 94% of respondents believe that sooner or later BIM models are widespread in Colombia. However, at present, only 18% of these always or frequently used BIM models as a tool for development projects AEC/FM.

Keywords: *BIM Software, BIM Practices, Models of BIM, BIM Survey, Innovation in Construction.*

1 INTRODUCCIÓN

Hace 50 años, Douglas C. Engelbart escribió: el próximo arquitecto empieza a introducir una serie de especificaciones y datos, una losa de piso de seis pulgadas, doce

pulgadas de muros de hormigón de ocho pies de altura dentro de la excavación, y así sucesivamente, cuando ha terminado, la escena revisada aparece en la pantalla, una estructura está tomando forma, él la examina, la ajusta y se detiene un momento para revisar el manual o catálogo de los elementos empleados, y vuelve a ajustar, con frecuencia revisa las listas de especificaciones y datos para hacer modificaciones, estas listas son de la estructura que se está creando interrelacionada y detalladamente, que representan el pensamiento detrás del diseño real, en la investigación sobre Aumento del intelecto humano: Un marco conceptual (ENGELBART, 1962). Actualmente su visión se ha hecho realidad, considerando la existencia del *software* de modelado de información en construcción (BIM) que permite el procesamiento de gran cantidad de información gráfica y no gráfica de los proyectos de arquitectura, ingeniería, construcción y administración de inmuebles (AEC/FM).

La tecnología informática inicial facilitó la adopción durante décadas del *software* de diseño asistido por computador (CAD), sin embargo en los últimos años el *software* de BIM ofrece a los proyectos de AEC/FM las siguientes características destacadas: interfaces gráficas de usuario amigables e intuitivas, la actualización automática del modelo al modificar cualquier objeto y el desarrollo de los siguientes modelos y conceptos: modelos de 3D para los objetos, de 4D para el tiempo, de 5D para el costo, de 6D para la operación, de 7D para la sostenibilidad y de 8D para la seguridad (SMITH, 2014), sin embargo el *software* de BIM tiene la capacidad de desarrollar múltiples dimensiones como "nD", ya que se puede agregar un número casi infinito de dimensiones al modelo (EASTMAN, LISTON, SACKS & TEICHOLZ, 2011).

Sin embargo el BIM no se limita al uso del *software*, el BIM exige pensar de una forma diferente, exige pasar del enfoque tradicional en donde los participantes del proyecto trabajan en piscinas separadas de información con *software* incompatible, a un nuevo enfoque totalmente integrado, en donde los participantes comparten y trabajan con la misma información de manera colaborativa, así el modelo de BIM es el centro de todo el equipo encargado del proyecto de AEC/FM (SMITH, 2014). Al respecto se destacan dos prácticas que encajan perfectamente con el BIM y se complementan, la entrega integrada de proyectos (IPD) y la gestión del ciclo de vida de las construcciones (BLM) que es la adaptación de la gestión del ciclo de vida del producto (PLM) a proyectos de AEC/FM.

2 ANTECEDENTES DE LA PRACTICA DEL BIM

Los conceptos de *virtual Building* de *Graphisoft*, *integrated project models* de *Bentley Systems* y *virtual design and construction* del *Center for Integrated Facility Engineering* (CIFE) se reúnen en el concepto de BIM presentado en 1992 por Sander van Nederveen y Frits Tolman en referencia al concepto de modelado en construcción descrito en 1986 por Robert Aish para las prácticas utilizadas en construcción de la terminal tres del Aeropuerto de *Heathrow* (Reino Unido) y realizadas por *GMW Architects* mediante el *software really universal computer aided production system* (RUCAPS) que permite la representación en 3D, la actualización automática de dibujos, el manejo de objetos "inteligentes" o paramétricos, las bases de datos relacionadas, la eliminación gradual de las esperas en construcción, etc. (EASTMAN et al, 2011). Sin embargo los primeros intentos de *software* de BIM se conocen como *building description system* y *graphical language for interactive design*. Hoy el BIM permite formar modelos que son definidos como la representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Como tal, permiten compartir información y

conocimientos que forman una base sólida para la toma de decisiones durante el ciclo de vida, desde su concepción en adelante (NBIMS-US, 2015).

La práctica del BIM a nivel mundial ha aumentado a partir de su presentación en 1992, al respecto en el Reino Unido el 48% de los encuestados aceptaron la práctica del BIM en el 2014, precedido por el 54% en el 2013, el 39% en el 2012, el 31% en el 2011 y el 13% en el 2010 (NBS, 2015); en los Estados Unidos el 67% de los encuestados aceptaron la práctica del BIM en el 2014 (POST, 2014), precedido por el 71% en el 2012 y el 48% en el 2009 (MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2012); En Australia entre el 75% y el 18% de los encuestados aceptaron la práctica "según su participación" del BIM en el 2010 (ALLEN CONSULTING GROUP, 2010); y en Chile el 23% y el 14% de los encuestados aceptaron la práctica "regular e inicial" del BIM en el 2013 (UNIVERSIDAD DE CHILE, 2013).

En Colombia la práctica del BIM es modesta si se compara con otros países, un estudio bibliométrico señala a los Estados Unidos con el 30% de la literatura sobre el BIM a nivel mundial, Brasil con el 7%, Suecia con el 7%, Australia con el 6%, Países Bajos con el 5%, Finlandia con el 5% e Inglaterra (Reino Unido) con el 4%; al respecto, Colombia a 2012 está por fuera del mapa de los primeros 30 países en literatura de BIM (BARROS, CARNEIRO & LINS, 2012). Así la información sobre la práctica del BIM en Colombia es desconocida hasta ahora.

3 ENCUESTA

Los profesionales de AEC/FM en Colombia están siendo seducidos por las ventajas que ofrece el BIM. Sin embargo todavía un porcentaje importante de profesionales desaprovechan las ventajas del BIM por temor, precaución, desconocimiento o por los costos asociados al cambio de tecnología. Al respecto el Grupo de Investigación en Gestión de la Construcción (GESCON) de la Universidad EAFIT, interesado en difundir la aplicación del BIM realizó en el 2015 una encuesta con el objetivo de conocer la opinión de los profesionales acerca de las prácticas del BIM en el país.

La encuesta consultó a 1.270 profesionales de AEC/FM de diferentes regiones, edades, profesiones, experiencias y empleos (respuestas del 1 al 4). Se utilizó un formulario electrónico para facilitar la respuesta de los encuestados y agilizar el proceso de análisis de la información. Finalmente fueron recibidas 132 encuestas diligenciadas completamente. El cuestionario está conformado por dos partes. La primera indaga la información personal de los encuestados y la segunda recoge información sobre las prácticas de BIM, presentada como encuesta usuario, El cuestionario incluyó 20 preguntas con opciones de respuestas de selección única, de selección múltiple o de respuesta abierta, que permiten obtener adicionalmente comentarios de los encuestados sobre el tema en estudio.

Es importante anotar que recibir 132 encuestas diligenciadas completamente es una cantidad importante y tal vez el mayor reto de la encuesta, otros estudios a nivel mundial registraron: 582 encuestas diligenciadas en Estados Unidos (MCGRAW-HILL CONSTRUCTION, 2012); 400 encuestas diligenciadas en Australia, aunque en algunas preguntas solo recibieron 180 respuestas (ALLEN CONSULTING GROUP, 2010); y 810 encuestas diligenciadas en Chile (UNIVERSIDAD DE CHILE, 2013).

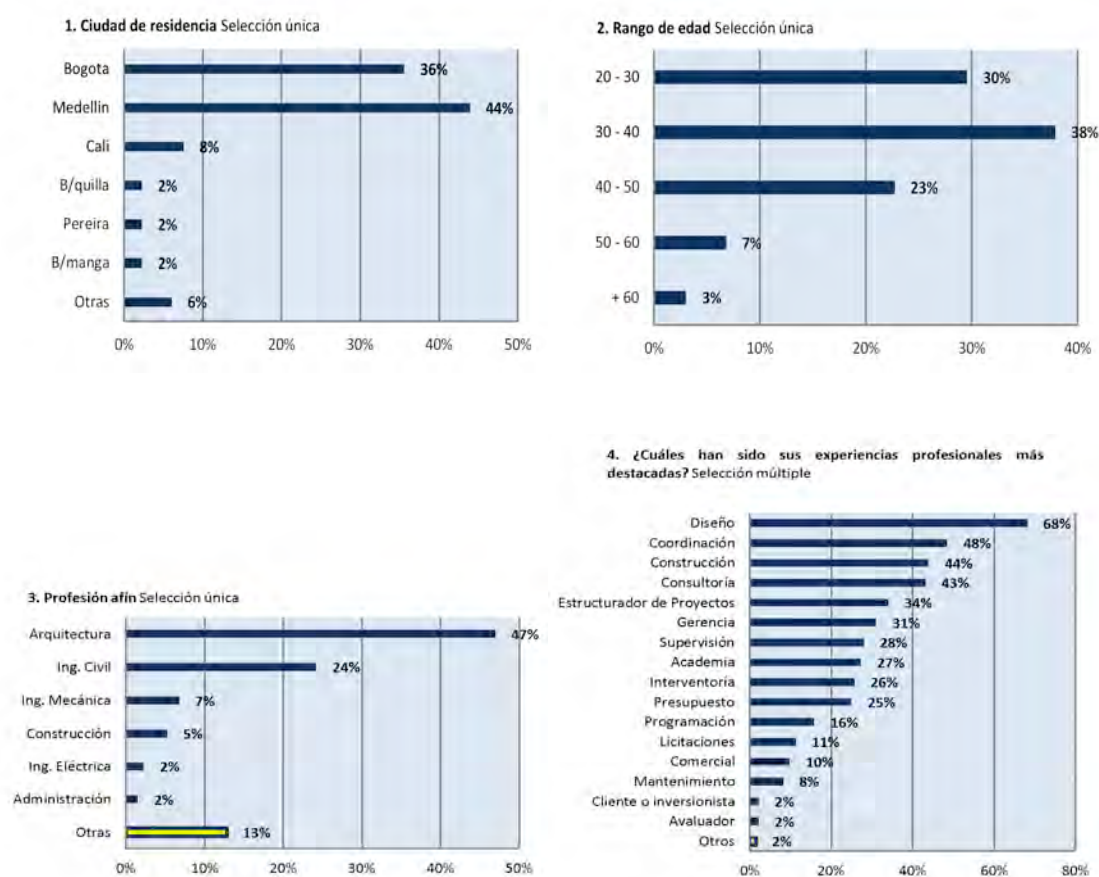
4 RESULTADOS

Los resultados de la encuesta se presentan de manera similar al formulario, se incluyen resultados sobre la información personal de los encuestados y sobre las prácticas de BIM.

4.1 Información Personal

La información personal permite conocer los perfiles de los profesionales encuestados, al respecto es importante destacar la participación de un grupo amplio y heterogéneo de profesionales en AEC/FM, los resultados se presentan en la figura 1.

Figura 1 – Información Personal

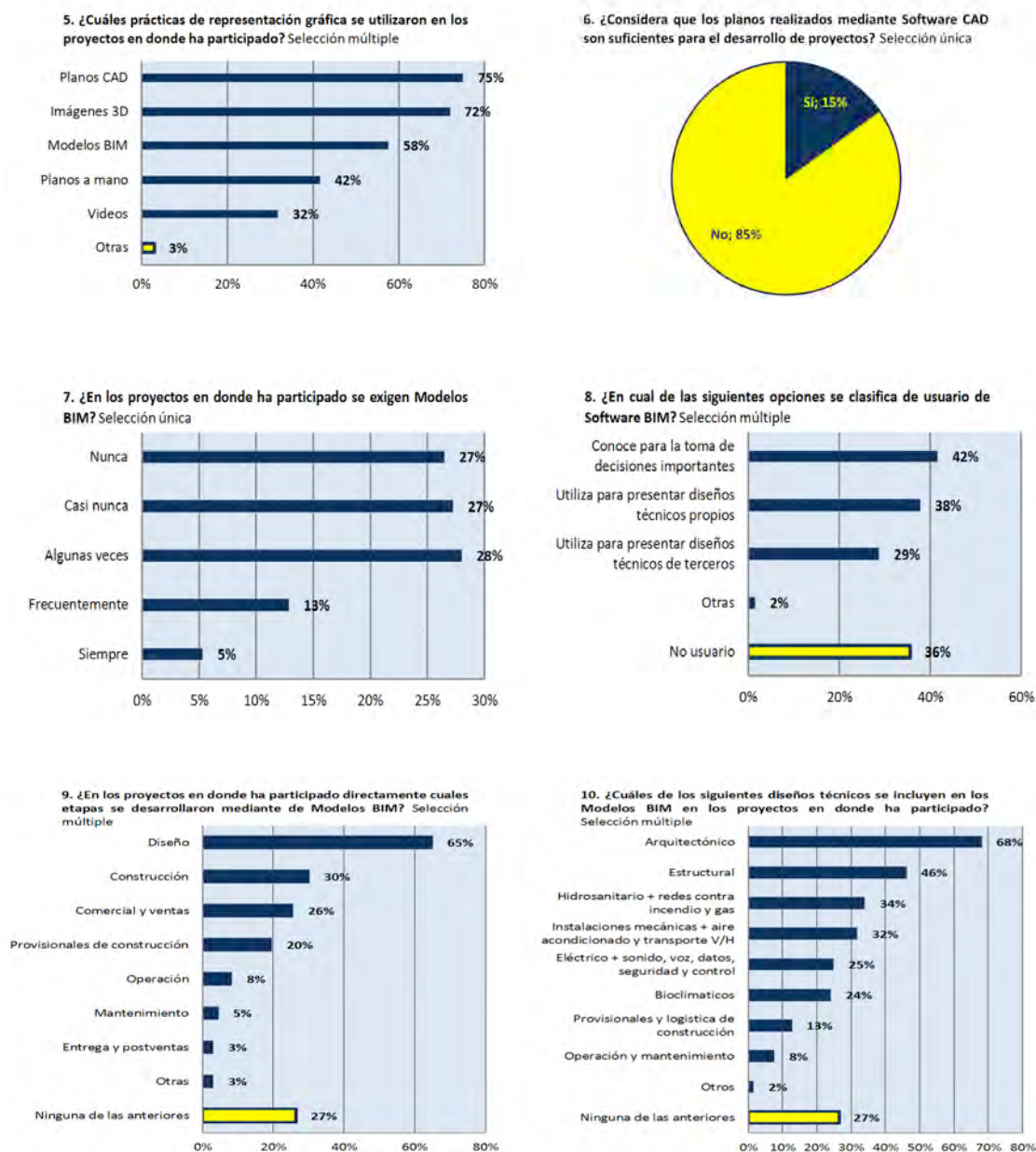


Fuente: GESCON Universidad EAFIT

4.2 Encuesta Usuario

La encuesta usuario permite conocer la opinión de los profesionales que participan en los proyectos de AEC/FM sobre las prácticas de BIM. Se indaga sobre diferentes temas de las prácticas de BIM que se agrupan en los siguientes títulos: las prácticas de representación en proyectos de AEC/FM, el conocimiento del *software* de BIM, la evaluación del *software* de BIM, la percepción del *software* de BIM y las opiniones adicionales destacadas acerca del *software* de BIM. Los resultados de la encuesta sobre las prácticas de representación en proyectos de AEC/FM se presentan en la figura 2.

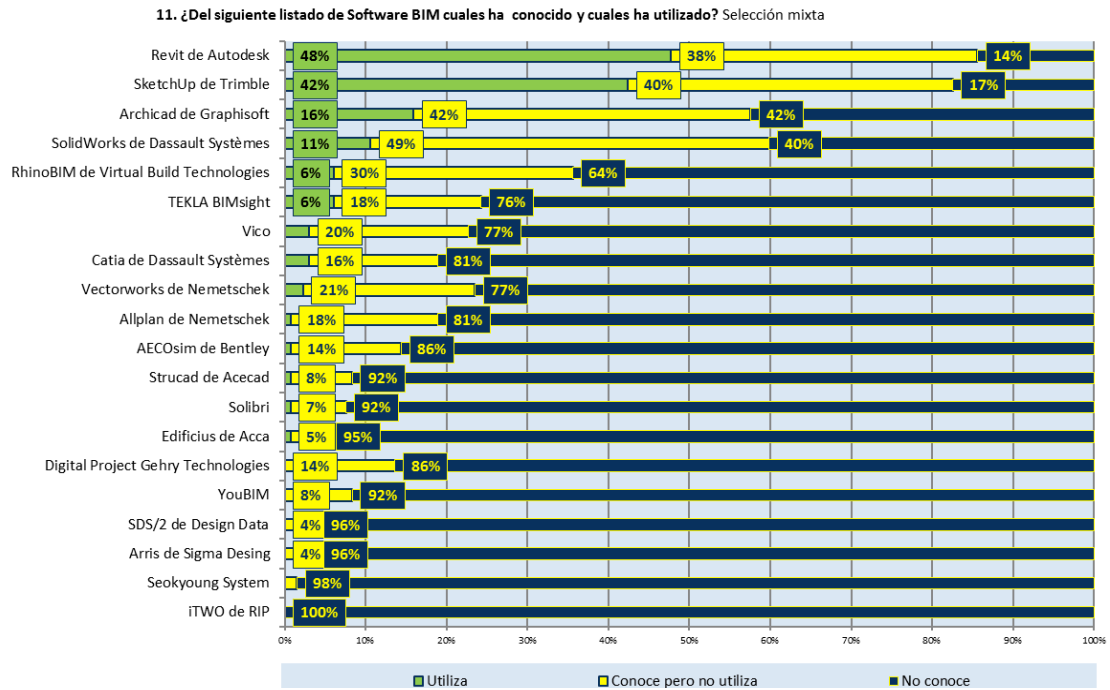
Figura 2 – Practicas de representación en proyectos de AEC/FM



Fuente: GESCON Universidad EAFIT

Los resultados de la encuesta sobre el conocimiento del *software* de BIM se presentan a continuación en la figura 3; específicamente se indaga sobre si conocen o si utilizan el *software* de BIM disponibles en el mercado.

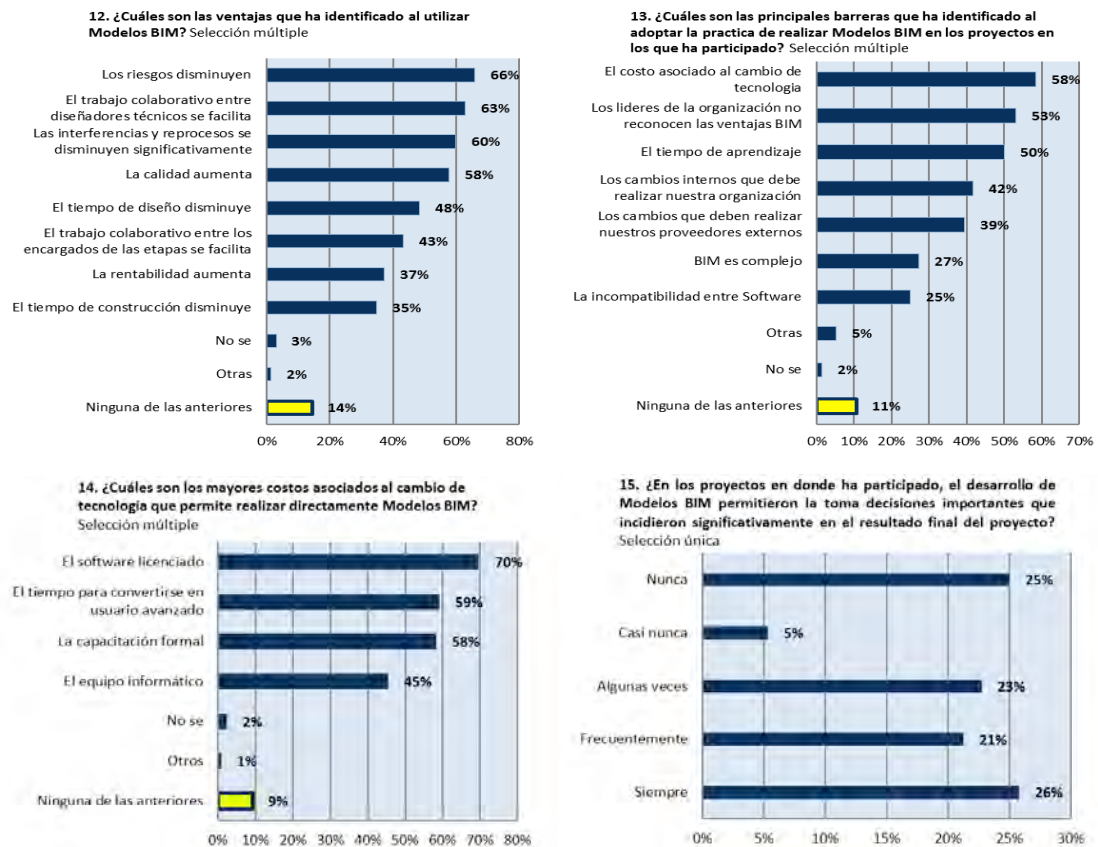
Figura 3 – Conocimiento del software de BIM

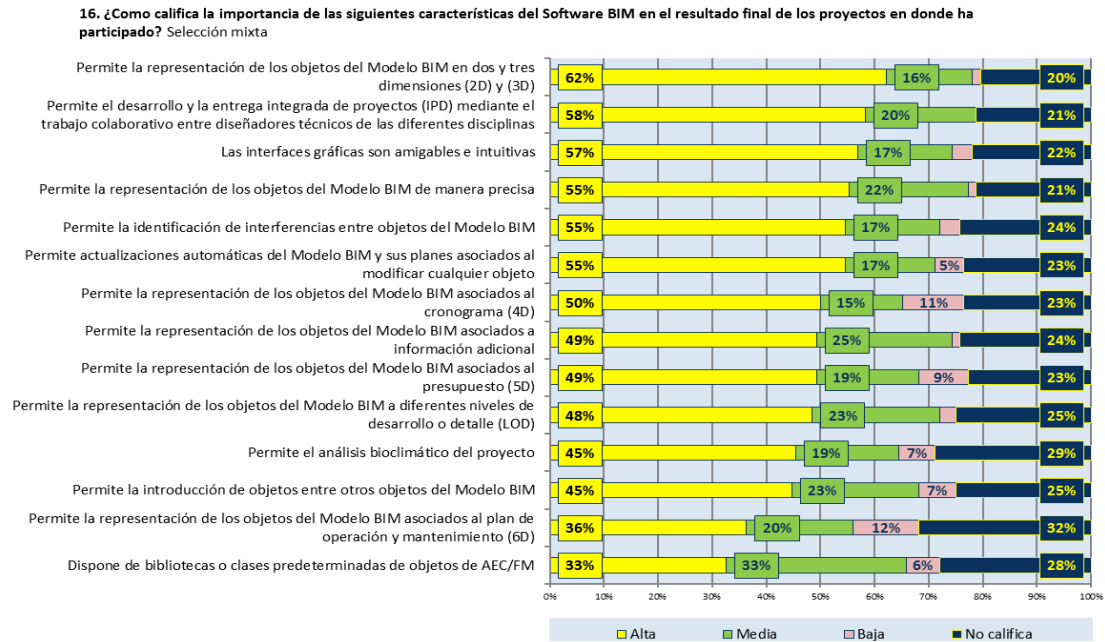


Fuente: GESCON Universidad EAFIT

Los resultados sobre la evaluación del software de BIM se presentan en la figura 4.

Figura 4 – Evaluación del software de BIM

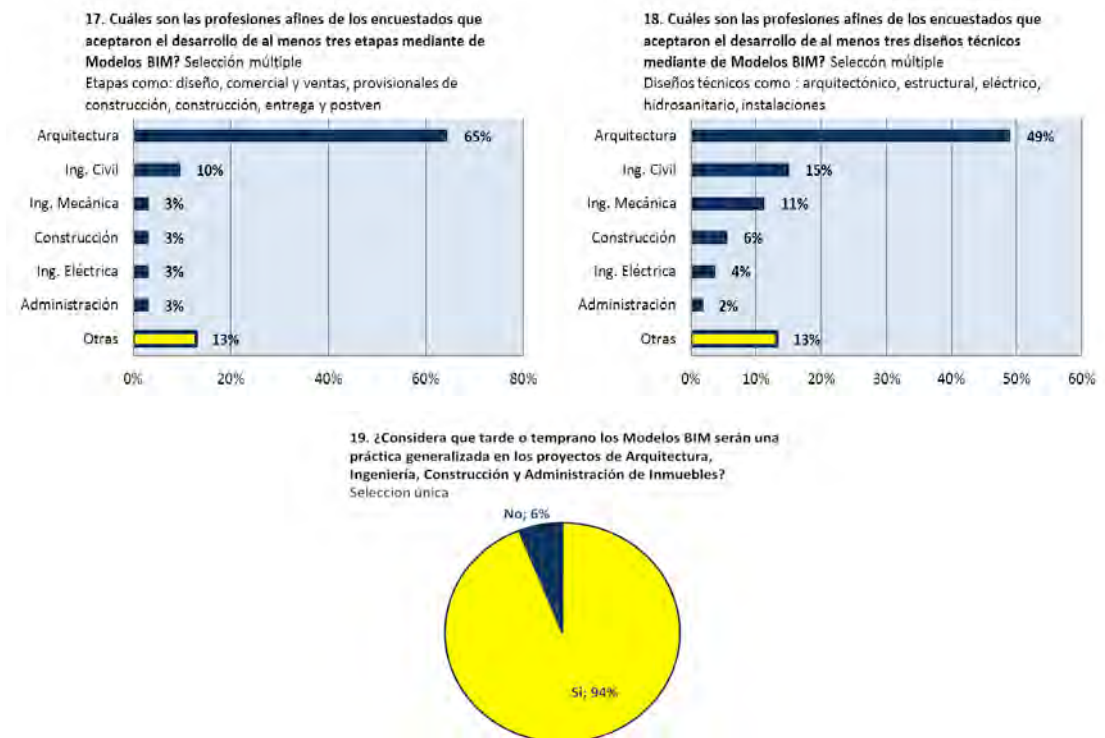




Fuente: GESCON Universidad EAFIT

Los resultados de la encuesta sobre la percepción del *software* de BIM se presentan a continuación en la figura 5.

Figura 5 – Percepción del *software* de BIM



Fuente: GESCON Universidad EAFIT

Finalmente, se destacan dos respuestas abiertas con los siguientes comentarios emitidos por los encuestados, que permiten apreciar el contraste entre los beneficios conocidos por los profesionales y las dificultades de implementar el BIM al interior de las organizaciones en Colombia:

- “En un tiempo muy cercano va a ser obligatoria la utilización de BIM. No hay duda que el BIM será el futuro”
- “A las empresas se les dificulta migrar hacia estas nuevas tecnologías por los costos y el tiempo asociado a su implementación”

5 CONSIDERACIONES FINALES

A pesar del gran uso del BIM en el mundo, Colombia se aproxima tímidamente a su adopción como lo comprueban las respuestas de los encuestados. El 94% manifestó que tarde o temprano los modelos de BIM serán una práctica generalizada en los proyectos de AEC/FM, aunque solamente el 18% lo utiliza siempre o frecuentemente, sin embargo los encuestados también manifestaron que las practicas de BIM permitieron la toma decisiones importantes que incidieron significativamente en el resultado final de los proyectos, aunque las características más avanzadas del BIM como los modelos 4D, 5D, 6D y 7D no son valoradas o son desconocidas por la mayoría de los usuarios. Son varias las razones que argumentan para el bajo nivel de utilización y adopción del BIM como una práctica generalizada, entre las barreras se destacan los costos asociados a los cambios de tecnología, el tiempo invertido en el aprendizaje, la falta de claridad sobre las ventajas de su utilización y los cambios que se deben realizar al interior de las organizaciones para adoptar este nuevo ambiente de trabajo colaborativo que significa el BIM.

REFERENCIAS

ALLEN CONSULTING GROUP. **Productivity in the buildings network**. 2010. Disponible en: <http://www.acilallen.com.au/cms_files/acgbuildingsproductivity2010.pdf>. Acceso en: 1 jul 2015.

BARROS, J.; CARNEIRO, T. & LINS, D. **Spread of BIM**. 20th Conference IGLC. 2012. Disponible en: <<http://www.iglc.net/Papers/Details/759>>. Acceso en: 1 jul 2015.

EASTMAN, C.; LISTON, K.; SACKS, R. & TEICHOLZ, P. **BIM handbook**, second edition. New Jersey, USA: John Wiley & Sons. 2011.

ENGELBART, D. **Augmenting human intellect**. Oct. 1962. Disponible en: <<http://www.dougenelbart.org/pubs/augment-3906.html>>. Acceso en: 1 jul 2015.

MCGRAW-HILL CONSTRUCTION. **Smartmarket report**. 2012 Disponible en: <<http://static-dc.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/solutions/building-information-modeling/bim-value/mhc-business-value-of-bim-in-north-america.pdf>>. Acceso en: 1 jul 2015.

NIBS-US. **About the national BIM standard - united states**. 2015. Disponible en: <<https://www.nationalbimstandard.org/about>>. Acceso en: 1 jul 2015.

NBS. **NBS national BIM report 2015**. 2015. Disponible en: <<http://www.thenbs.com> >. Acceso en: 1 jul 2015.

POST, N. **BIM survey says more structural engineers use BIM**. 2014. Disponible en: <<https://enr.construction.com/engineering/subscription/LoginSubscribe.aspx?cid=28322>>. Acceso en: 1 jul 2015.

SMITH, P. **BIM & the 5D project cost manager**. 2014. Disponible en: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877042814021442>>. Acceso en: 1jul 2015.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – del 7 al 9 de Octubre – **SÃO CARLOS – SP**

UNIVERSIDAD DE CHILE. **Encuesta nacional BIM 2013**. 2013. Disponible en:
<<http://www.ingenieros.cl/wp-content/uploads/2014/01/Descargar-Resultados-Encuesta-Nacional-BIM.pdf>>. Acceso en: 1 jul 2015.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ANALYSIS OF THE BIM APPLICATIONS FOR THE ARCHITECTURE, ENGINEERING AND CONSTRUCTION PROJECT MANAGEMENT: A BIBLIOMETRIC APPROACH

**Martínez-Rojas, María (1); Durán-Álvarez, Joaquín (2); Martínez-Aires, MD (3);
López-Alonso, Mónica (4)**

(1) University of Granada (UGR), +34 958 246297, e-mail: mmrojas@ugr.es (2) UGR, e-mail: jdaeuat@ugr.es (3) UGR, e-mail: aires@ugr.es (4) UGR, e-mail: mlopeza@ugr.es

ABSTRACT

Building Information Modeling (BIM) is a current methodology that provides a framework for collaboration in a multidisciplinary environment. It facilitates the integration of all the involved parties in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) processes. Although this technology is not recent, the last years it has been conducted a greater diffusion of the opportunities that this methodology can bring in various management processes during the project lifecycle, such as; safety, sustainability, planning, energy efficiency, cost management, knowledge management and risk management. This article presents an analysis of the proposals that have been published in prestigious databases in order to identify the domain of application of BIM in the project management domain.

Keywords: BIM, AEC, Project management, bibliometric analysis

RESUMEN

El modelado de información de construcción (BIM, Building Information Modeling) es una metodología de trabajo que proporciona un marco de colaboración, en un entorno multidisciplinar, que facilita la unión/integración de todas las partes involucradas en los procesos de la industria de Arquitectura, Ingeniería y construcción (AEC, Architecture, Engineering and Construction). Aunque esta tecnología no es reciente, ha sido en los últimos años cuando se ha producido una mayor difusión de las oportunidades que esta metodología de trabajo puede aportar en los distintos procesos de gestión durante el ciclo de vida del proyecto, tales como; seguridad, sostenibilidad, planificación, eficiencia energética, gestión de costes, gestión de conocimiento y gestión de riesgos. Este artículo presenta un análisis de las propuestas que han sido publicadas en bases de datos de reconocido prestigio con el fin de identificar el dominio de aplicación de esta tecnología dentro del ámbito de la gestión de proyectos.

Palabras claves: BIM, AEC, Gestión de proyectos, Análisis bibliométrico

1 INTRODUCTION

Building Information Modelling (BIM) is a flourishing technology and its approach is being used in the Architecture, Engineering and Construction (AEC) industry of different countries. BIM is a successor to the computer-aided drafting (CAD) which started in the 1980s and is intended to bring a clear advantage over CAD. It was initially based on two dimensional drawings and lately on 3D views. However, these drawings lacked the interactivity and the change in one view was not automatically reflected in other views (SACKS et al, 2004; KADARDEEN, 2010).

With the advent of BIM, since the beginning of the 21st century, it has been possible the automatic updating of views once the change is made in one view by the production of intelligent 3D/4D models. Besides the geometry information, BIM is also meant for modelling the functions and behaviour of building systems and components (SACKS et al, 2004). Schlueter and Thesseling(2009) defined three major types of information involved in BIM – geometric, semantic and topological. Geometric information means the 3D modelling of a building, and semantic information includes the properties of components. Topological information describes the dependency relationship between properties and components.

The main objectives of BIM in the AEC industry are; to enable the integration (HALFAWY & FROESE, 2007; WEIMING et al, 2009), easy sharing of information and convenient collaboration throughout the project life cycle (LI et al, 2014;HANNELE, 2012). In addition, it is essential to carry out the continuous changes during the design (LEE et al, 2015) and the execution phase that involves a constructive process and to update all the parameters and implicated agents (HALFAWY & FROESE, 2007; SHEN et al, 2010;KU& TAIEBAT, 2011). This is where BIM becomes essential.

In this paper, a bibliometric analysis is conducted in order to identify the areas of application of BIM in AEC project management domain, in addition to show how it has been become essential for its use in the project life cycle management.

2 METHODOLOGY

The bibliometric application that have been used, SciMAT (COBO *et al.*, 2012), combines both performance analysis and scientific mapping tools to analyze a research field and to detect and visualize its conceptual subdomains (particular topics/themes or general thematic areas) and its thematic evolution. Additionally, three stages were defined to analyze the themes and thematic evolution of the research field.

2.1 Detection of research themes

The data sources used were the ISI Web of Science and Scopus. Database searches for “Building Information Modeling”, “BIM”, “AEC” and “Project management” were performed. During the search process diverse constraints were established; subject areas or source title, in order to obtain the articles containing the keywords to be analyzed.

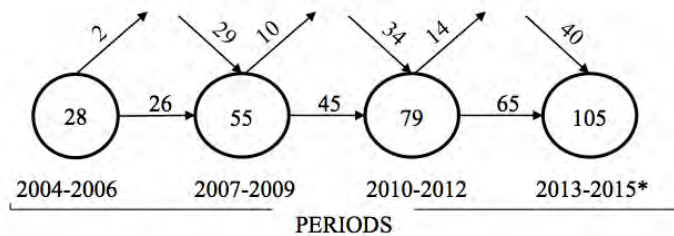
After the results were imported into SciMAT, a significant amount of effort was dedicated to cleaning up the data. First, duplicate documents and those which did not belong to the study area were eliminated. Second, the data was subject to preprocessing. This is perhaps one of the most crucial steps for improving the quality of the units of analysis (mainly words) and is key to obtaining better results from the scientific mapping analysis. In this process, the data was normalized by combining singular and plural forms, as well as grouping together different terms relating to the same concept. Misspelled words were also detected and combined with their corresponding representative. Once pre-processing was completed, 417 articles and 2750 keywords were available for analysis.

The analyzed period (2004-2015*) was divided in-to four three-year periods. Before 2014 there are few publications and it is in mid of the previous decade when BIM begins to gain importance in terms of the number of publications (AZHAR, et al., 2012). Figure 1

*In 2015, only publications published up to April are included.

shows the overlapping-items graph across the two consecutive periods. The circles represent the periods and their number of associated items (unit of analysis). The horizontal arrow represents the number of items shared by both periods. The diagonal incoming arrow represents the number of new items in, for example, Period 2, and the diagonal outgoing arrow represents the items that are presented in Period 1, but not in Period 2 (COBO, 2012).

Figure 1. Overlapping items graph



SciMAT performs various processes to locate keyword networks that are strongly linked to each other and that correspond to centre of interest or to research problems that are the object of significant interest among researchers (COBO, 2012).

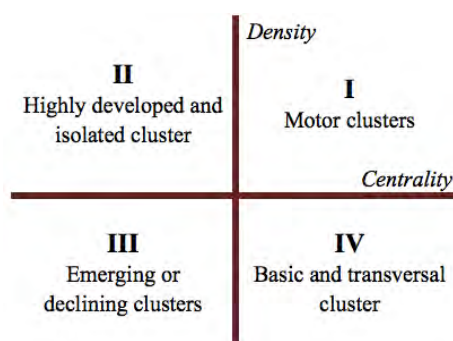
2.2 Building strategic diagrams

In the building strategic diagram, each keyword network or theme can be characterized by two parameters (CALLON et al., 1991):

- Centrality: Measures the strength of external ties to other themes. This value can be understood as a measure of the importance of a theme in the development of the entire re-search field analyzed.
- Density: Measures the strength of internal ties among all the keywords describing the re-search theme. This value can be understood as a measure of the theme's development.

Themes in the upper-right quadrant (I) (Fig. 2) are both well developed and important for the structuring of a research field. They are known as the drivers or principal themes of the specialty given that they exhibit strong centrality and high density.

Figure 2 -The strategic diagram



Themes in the upper-left quadrant (II) have well-developed internal ties but unimportant external ties and so are of only marginal importance for the field. These themes are very specialized and peripheral in character. Those in the lower-left quadrant (III) are both weakly developed and marginal. They have low density and low centrality and mainly

represent either emerging or declining themes. The themes in the lower-right quadrant (IV) are important for a re-research field, but are not developed. Hence, this quadrant groups transversal and general or basic themes.

Once the knowledge base is ready, the scientific mapping analysis can begin. To build the maps, the tool has an eleven-step process that must be completed. The parameters to be analyzed are selected in this stage, such as period, unit of analysis, data reduction (the data are filtered using a minimum frequency threshold), network building, selection of the performance and bibliometric quality measures, etc. (COBO, 2011a, b).

2.3 Conducting a performance analysis

In this phase the most prominent, productive, and highest impact subfields can be detected by measuring (quantitatively and qualitatively) the relative contribution of themes and thematic areas to the whole research field.

3 RESULTS AND DISCUSSION

In the 2004-2006 period can be observed that the number of publications are focused on the project management concept (Fig. 3 (a)). Also, the strategic diagram shows how the Scheduling term begins to have relevance in the analysed domain, although it is not defined if it will be a motor concept in the future. During the analysis of the results, it has been observed that in its thematic networks, the termscheduling is associated with the following concepts: cost and industry-foundation-classes (IFC).

Figure 3 – (a) Strategic diagram Subperiod 2004-2006 (b) Thematic networks related with PROJECT-MANAGEMENT

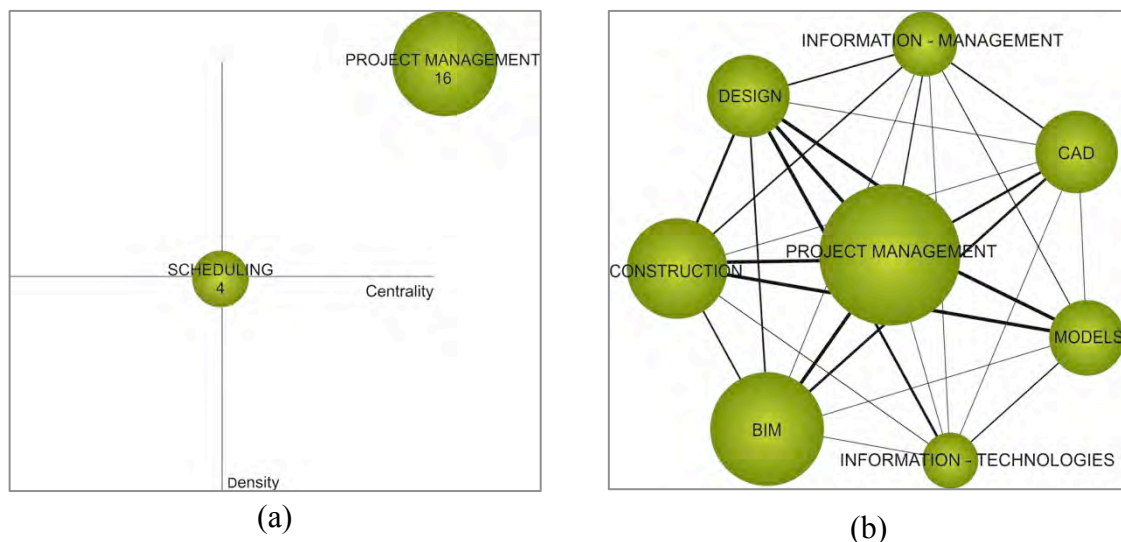
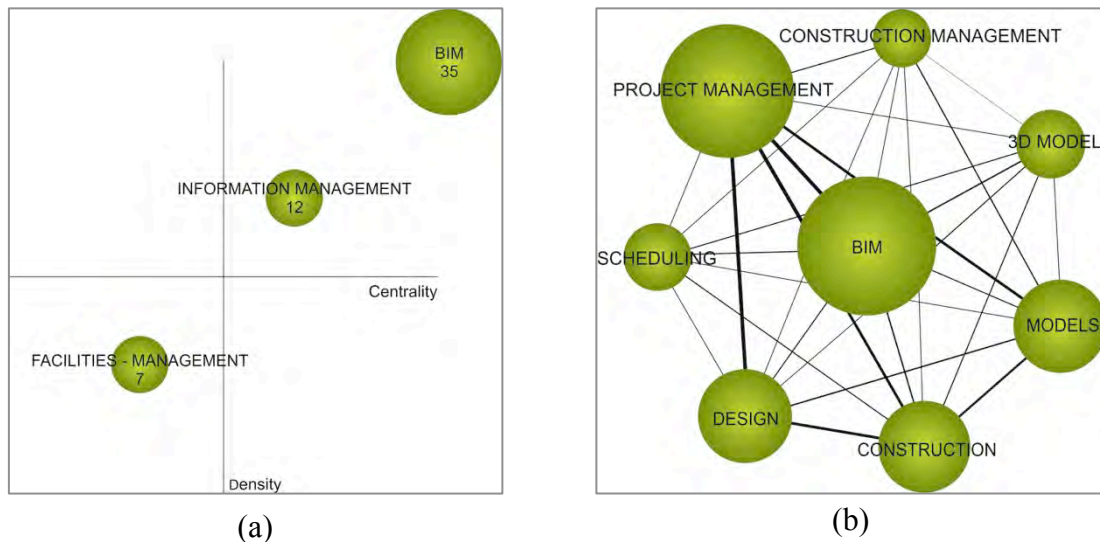


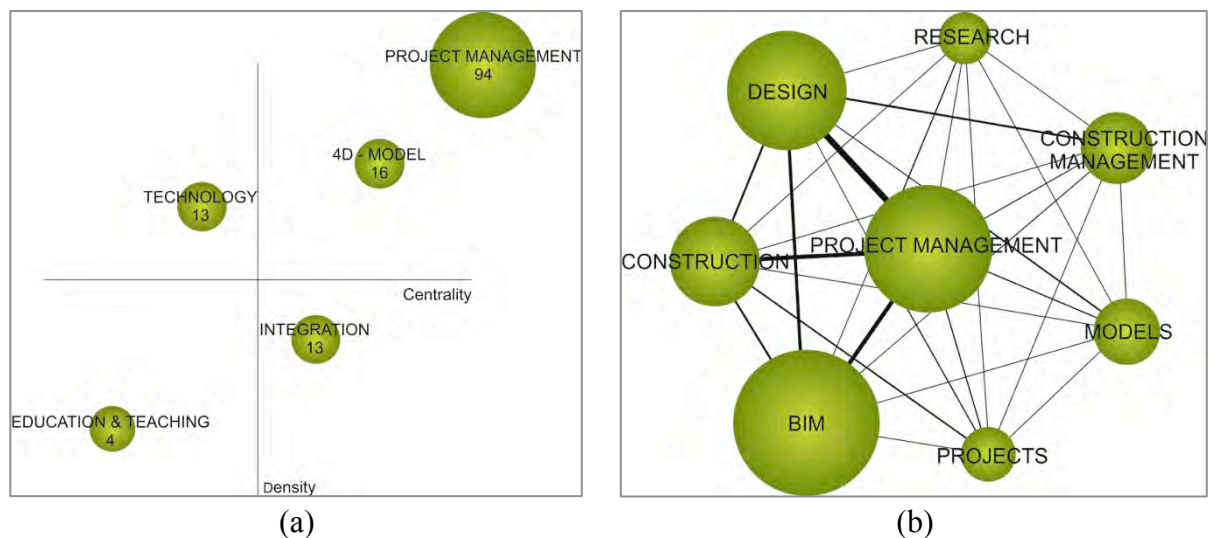
Fig. 3 (b) shows the thematic networks related to Project management. As can be observed, the most prominent relation is with BIM. Also, there is a relation with the information technologies concept. It is not surprising that they begin to be common in the project management domain because of the benefits that they provide. Also, project management is associated with an essential concept that is closely related to BIM: Information management concept.

Figure 4 – (a) Strategic diagram Subperiod 2007-2009 (b) Thematic networks related with BIM



In the 2007-2009 period the motor cluster is BIM (Fig. 4 (a)). This does not mean that previous concepts are not relevant hereinafter. The Information management concept is another motor cluster and in its thematic networks is linked with safety management, life cycle, cost and IFC. Finally, in this period, the benefits of BIM in the last phase of the project life cycle are investigated, since Facilities management concept appears as emerging cluster. In the thematic networks related with BIM (Fig. 4 (b)) can be observed a strong relation with the project-management concept. Moreover, it is strongly linked to the concept design because BIM should start at the design phase to allow the integration throughout the project life cycle.

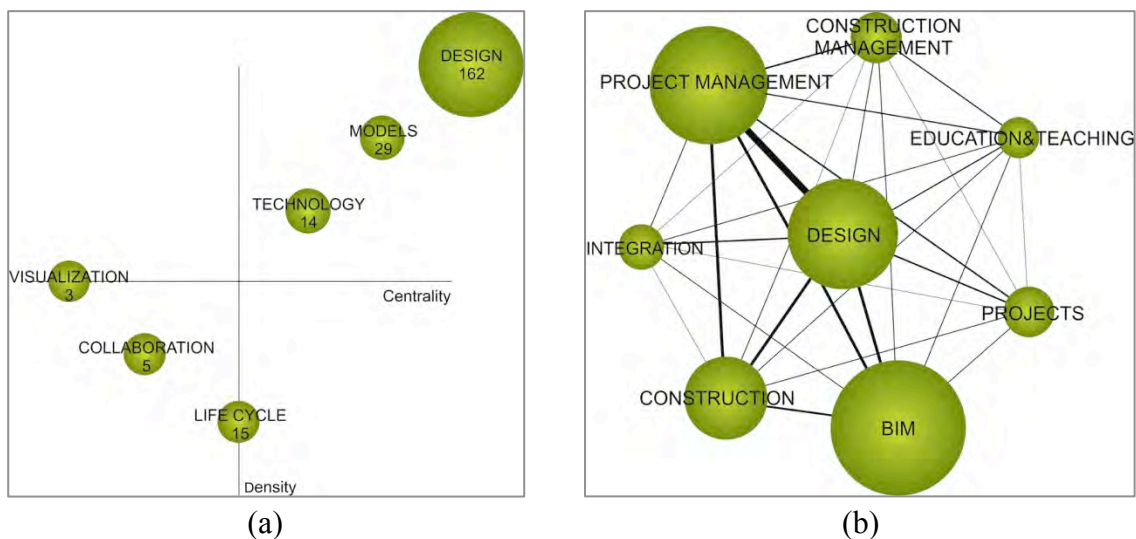
Figure 5 – (a) Strategic diagram Subperiod 2010-2012 (b) Thematic networks related with PROJECT-MANAGEMENT



In the 2010-2012 period (Fig. 5 (a)), project management continues being a motor cluster. The results are similar to the previous period, so it reinforces the application of BIM and sets the foundations of this tool in the project management domain.

In the Fig. 5 (a) appears an interesting emergent concept: education & teaching. According to Taiebat& Ku (2011), academic training, to professionals, workers and enterprises is essential in order to have an effective management of resources and to increase the profitability. In this sense, training may be able to obtain optimum results for its own benefits (ENGINEERS AUSTRALIA, 2012).

Figure 6 – (a) Strategic diagram Subperiod 2013-2015* (b) Thematic networks related with DESIGN



In the last analyzed period 2013-2015 (Fig. 6 (a)), the motor concept is design. Obviously, in its thematic networks (Fig. 6 (b)) can be observed the strong relation with the previous motor concepts: BIM, Project management and integration and education and teaching.

In this period, the collaboration concept appears as emergent cluster in the strategic diagram. As mentioned in the introduction, collaboration is one of the main objectives to be achieved with the application of BIM in the project management (HALFAWY & FROESE, 2007; WEIMING et al., 2009; HANNELE et al., 2012). Then, the emergence of this concept in this last period may be due to the first results obtained with the research on BIM

The maintenance phase is the longest period in the building life cycle and therefore BIM becomes as important as an actual laboratory of the performance of building, its installations and its users (BECERIK-GERBER et al., 2012; HANNELE et al., 2012).

The BIM application areas, in the project life cycle, according to the project phase are the following:

- Design phase: Site analysis, Analysing design options, 3D presentation and Cost estimating (JONES, 2009; HANNELE et al., 2012).
- Construction phase: Clash detection, Schedule simulation, Quantity takeoff, Visualization and Safety monitoring (SAURIN et al, 2004; KAMARDEEN, 2010; BANSAL, 2011, ZHOU et al, 2012).

- Maintenance phase: Energy simulation, other performance simulations, Facility management and Emergency management (HANNELE et al., 2012; KIM & ANDERSON, 2013; PILEHCHIAN et al., 2015).

4. Conclusions

During last decade, BIM has attracted much attention in the AEC domain. BIM has mainly been widely employed in design organizations in order to allow collaboration between participants. Although BIM is a useful tool for facilitating design processes, the expected benefits of BIM throughout the project lifecycle have not yet been fully realized. In this regard, BIM is adopted in the design, construction and operational phases in diverse application areas, as for example, site analysis, cost estimation, clash detection, energy simulation, safety monitoring, planning, emergency management, etc.

The fragmented nature of AEC projects has led to the separated application of BIM in different phases of the project life-cycle, so it remains an interoperability problem. Despite these disadvantages, through the analysis of this proposal, it can be seen as BIM is envisioned to play an important role in order to integrating design, construction and facility management processes throughout the project life-cycle.

REFERENCES

AZHAR, S.; KHALFAN, M.; MAQSOOD, T. Building Information Modeling (BIM): Now and beyond. **Australasian Journal of Construction**, v. (12), 15-28. 2012.

BANSAL, V. K. Application of geographic information systems in construction safety planning. **International Journal of Project Management**, v. 29, n. 1, p. 66-77. 2011.

BECERIK-GERBER, B.; JAZIZADEH, F.; LI, N. Application Areas and Data Requirements for BIM-Enabled Facilities Management. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 138, p. 431–442. 2012.

COBO, M.J.; LÓPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. An approach for detecting, quantifying, and visualizing the evolution of a research field: A practical application to the fuzzy sets theory field. **Journal of Informetrics**, v. 5, n. 1, p. 146–166. 2011a.

COBO, M.J.; LÓPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA-VIEDMA, E.; HERRERA, F. Science mapping software tools: Review, analysis and cooperative study among tools. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 62, n. 7, p. 1382–1402. 2011b.

COBO, M.J. **SciMAT: Herramienta software para el análisis de la evolución del conocimiento científico**. 2012. Tesis doctoral - Departamento de Ciencias de la Computación e Inteligencia Artificial de la Universidad de Granada, Spain.

COBO, M.J.; LOPEZ-HERRERA, A.G.; HERRERA, F.; HERRERA-VIEDMA, E. SciMAT: A new science mapping analysis software tool. **Journal of the American Society for Information Science and Technology**, v. 63, p. 1609–1630. 2012.

ENGINEERS AUSTRALIA. Recommended Practices for the Application of LEAN Construction Methods to Building New Australian LNG Capacity. Australia: Engineers Australia. 2012.

HALFAWY, M. & FROESE, T. Component-based framework for implementing integrated architectural/engineering/construction project systems. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 21, n. 6, p. 441–452. 2007.

HANNELE, K.; REIJO, M.; TARJA, M.; SAMI, P.; JENNI, K.; TEIJA, R. Expanding uses of building information modeling in life-cycle construction projects. **Work-A Journal of Prevention Assessment & Rehabilitation**, v.41, n. 1, p. 114–119. 2012.

JONES , S. **Building Information Modeling (BIM): Transforming design and construction to achieve greater industry productivity**. Introduction to BIM: Special Section. SmartMarket Report, p. 21 – 24. New York City: McGraw-Hill Construction. 2009.

KAMARDEEN, I. **8D BIM modelling tool for accident prevention through design**. In: Egbu, C. (Ed) Procs 26th Annual ARCOM Conference, 6-8 September 2010, Leeds, UK, Association of Researchers in Construction Management, 281-289. 2010.

KIM, H. & ANDERSON, K. Energy Modeling System Using Building Information Modeling Open Standards. **Journal of Computing in Civil Engineering**, v. 27, n. 3, p. 203-211. 2013.

KU, K. & TAIEBAT, M. BIM Experiences and Expectations: The Constructors' Perspective. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 7, n. 3, p. 175-197. 2011

LEE, HW.; OH, H.; KIM, Y.; CHOI, K. Quantitative analysis of warnings in building information modeling (BIM). **Automation In Construction**, v. 51, p. 23-31. MAR 2015.

LI, J.; WANG, Y.; WANG, X.; LUO, H.; KANG, S.C.; WANG, J.; GUO, J.; JIAO, Y. Benefits of Building Information Modelling in the Project Lifecycle: Construction Projects in Asia. **International Journal of Advanced Robotic Systems**, v. 11, Article Number 124. AUG 22 2014.

PILEHCHIAN, B.; STAUB-FRENCH; NEPAL, M. A conceptual approach to track design changes within a multi-disciplinary building information modeling environment. **Canadian Journal of Civil Engineering**, v. 42, n. 2, p. 139-152. 2015.

SACKS R.; EASTMAN C.M.; LEE G. Parametric 3d Modeling In Building Construction With Examples From Precast Concrete. **Automation In Construction**, v. 13, n. 3, p. 291–312. 2004.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T.; GUIMARAES, L.B.M. Safety and production: an integrated planning and control model. **Construction Management and Economics**, v. 22, p. 159–169. 2004.

SCHLUETER, A.; THESELING, F. Building Information Model Based Energy/Exergy Performance Assessment In Early Design Stages. **Automation in Construction**, v. 18, n. 2, p. 153–163. March 2009.

SHEN, W.; HAO, Q.; MAK, H.; NEELAMKAVIL, J.; XIE, H.; DICKINSON, J.; THOMAS, R.; PARDASANI, A.; XUE, H. Systems integration and collaboration in architecture, engineering, construction, and facilities management: A review. **Advanced Engineering Informatics**, v. 24, n. 2, p.196-207. 2010.

TAIEBAT, M. & KU, K. BIM Experiences and Expectations: The Constructors' Perspective. **International Journal of Construction Education and Research**, v. 7, n. 3. 2011.

ZHOU, W.; WHYTE, J.; SACKS, R. Construction safety and digital design: A review. **Automation in Construction**, v. 22, Special Issue, p.102-111.2012.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

BENEFÍCIOS E DESAFIOS DA UTILIZAÇÃO DO BIM PARA EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS

MELHADO, Silvio (1); PINTO, Ana Carolina (2)

(1) USP, (11) 3091-5164, e-mail: silvio.melhado@usp.br, (2) USP, e-mail: anacarolbcp@gmail.com

RESUMO

O levantamento de quantidades é uma das tarefas mais importantes para a gestão de projetos, uma vez que alimenta tanto o controle de custos quanto o planejamento da produção, considerando que sobre seus dados são aplicados preços unitários e produtividades esperadas para, enfim, calcular o prazo e o custo final para a obra. Apesar disso, é uma atividade cuja metodologia é pouco discutida e também são poucas as contribuições para a melhoria de seus processos, principalmente no que diz respeito à inovação. A modelagem de informações da construção (BIM), embora já seja uma realidade de mercado para muitas das grandes empresas de projeto e de construção no setor de Edificações no Brasil, ainda não teve sua utilização para extração de quantidades explorada plenamente. Neste artigo, apresentam-se os benefícios da substituição do levantamento de quantidades tradicional, baseado nos projetos 2D, pela extração de quantidades utilizando o BIM, e apontam-se os desafios enfrentados pelas empresas de acordo com a literatura. As principais discussões apresentadas são ilustradas com situações observadas em estudo de caso realizado pelos autores, em projeto pioneiro no qual o BIM foi utilizado por meio dos softwares *Revit* e *Vico Office*, este último ainda pouco utilizado no Brasil, e no qual houve comparação com o levantamento tradicional.

Palavras-chave: Levantamento de quantidades, BIM, construção civil, Vico Office.

ABSTRACT

The quantity takeoff (QTO) is one of the most important construction project management tasks. It is the foundation of the project cost estimation and construction planning, once it provides the data which will be used in the project bidding and production calculation. Nevertheless, there are few papers and discussions about its methodology and good practices, mainly if would like to talk about innovation in Architecture, Engineering and Construction (AEC) field. Despite of the fact that BIM is a process that many companies are already using, its QTO functionality isn't totally explored as well. This paper will list the BIM-Based QTO benefits and the impacts in companies management processes cited in the academy. The main discussions will be illustrated by case study situations of a project that had the both QTO methods (BIM-based and 2D based). This case study was performed by authors in a pioneer project that had Revit and the Vico Office (new at Brazil) as its main management software.

Keywords: Quantity takeoff, BIM, AEC, Vico Office.

1 INTRODUÇÃO

O levantamento de quantidades é uma das tarefas base para qualquer empreendimento da área de construção civil. Em primeira instância, ele é essencial para que seja definido o escopo do projeto, já que é uma maneira eficaz de mapear os itens que constam em projetos e que são necessários à execução do empreendimento. Sua precisão é

importante para que sejam desenvolvidos tanto um plano detalhado de custos como um prazo de execução realista, através da aplicação de índices esperados de produtividade.

Monteiro e Poças Martins (2013) citam a importância do levantamento de quantidades nas diferentes fases do ciclo de vida do empreendimento: nas fases iniciais, as quantidades são utilizadas para obter a primeira estimativa de custos do projeto; já na fase de propostas, seus dados são base tanto para o orçamento do empreendimento quanto para a definição do seu prazo de construção e, por fim, durante a etapa construtiva, as quantidades são essenciais para um controle de custos bem executado, bem como para produzir indicadores de custo e prazo para o gerenciamento do projeto.

O levantamento de quantidades 2D faz parte do processo tradicional de orçamentação, baseado nos projetos impressos e executado por disciplinas. O levantador mede cada elemento do projeto, identificando-o por meio de um código ou pelo seu ambiente. Monteiro e Poças Martins (2013) destacam que, uma vez que cada elemento é medido individualmente pelo levantador, essa medição está repleta de inferências e de interpretações pessoais do projeto, ou seja, mesmo sendo baseados nas mesmas especificações, é possível que dois levantamentos de quantidades executados por indivíduos diferentes tenham resultados diversos. Além disso, como cada levantador tem sua própria metodologia, isto dificulta a conferência das quantidades e sua atribuição às tarefas corretas na planilha de custos do empreendimento.

Principalmente para elaboração de orçamentos, em que prazo é mais enxuto, o levantamento de quantidades deve ter início rápido e muitas vezes não há tempo hábil solicitar a divisão das quantidades de acordo com o plano de ataque desejado para a obra. Desse modo, o cronograma não alcança o nível de detalhe necessário para possibilitar a análise de diferentes estratégias de execução ou entregas parciais.

Justamente nesses campos é que a extração de quantitativos com uso da modelagem de informações da construção (BIM) objetiva atuar. Uma vez que o modelo que retém todas as informações necessárias de projeto é que dá origem ao quantitativo, espera-se que haja menos desvios nos cálculos (principalmente erros humanos), melhor rastreabilidade da informação e maior flexibilidade na obtenção dos dados.

Embora o levantamento de quantidades seja uma atividade chave, há pouco material e discussão a respeito de suas boas práticas. O próprio processo de estimativa de custos ainda é uma caixa preta para os pesquisadores em termos de processo da informação (XU; LIU; TANG, 2013). Trata-se de um processo altamente fragmentado, com uso intensivo de recursos e frequentemente ineficiente, uma vez que grandes variações entre o orçamento e o custo final podem ser encontradas. Mesmo a utilização do BIM para a extração de quantidades ainda não está suficientemente madura (FORGUES *et al.*, 2012).

Além disto o conhecimento de cada empresa sobre esse processo é considerado estratégico, portanto não é compartilhado. É com o objetivo de aumentar o nível de discussão a respeito do tema que este artigo apresenta requisitos do levantamento de quantidades realizado em BIM, comparando-o com o tradicional, e ilustra suas vantagens e barreiras com exemplos retirados de um estudo de caso realizado pelos autores.

2 REQUISITOS PARA A EXTRAÇÃO DE QUANTITATIVOS COM BIM

O BIM segue uma abordagem de modelagem com objeto paramétrico orientado, o que significa que o modelo é uma montagem dos diferentes elementos que compõem um

edifício. Cada elemento tem configurações próprias, que são adicionadas ao modelo na forma de propriedades, e o modelo pode gerenciar e regular as interações e restrições entre diferentes elementos.

Love *et al.* (2014) destacam que o BIM pode impactar toda a organização. Por isso, a primeira atividade a ser realizada é a definição do escopo de trabalho e das aplicações do BIM das quais se fará uso no projeto. Para cada aplicação desejada, o modelo deve possuir um nível de detalhamento adequado, e a fim de facilitar esta definição, inclusive em termos contratuais, foi criado o *Level of Detail* (LOD), uma escala de nível de detalhamento do modelo reconhecida internacionalmente (EASTMAN, 2011).

Recentemente o BIM estendeu seu uso para incorporar a 4ª dimensão – Tempo e a 5ª dimensão – Custo (STANLEY; THURNELL, 2014). O objetivo desta abordagem é tornar a Gestão de Projetos única e integrada, não havendo espaço para incompatibilidades entre escopo, prazo e custo. Esse tratamento de dados ocorre em um tipo de software diferente do usado para modelagem, por exemplo *Vico Office*, *Innovaya* ou *Autodesk Quantity Takeoff*.

Uma vez que o BIM requer colaboração entre as partes da equipe, conceitualmente, o ideal é que houvesse um modelo único no qual todos trabalhassem e atualizassem os projetos simultaneamente (STANLEY; THURNELL, 2014). Esta recomendação também é citada por Monteiro e Poças Martins (2013), já que proporciona um maior domínio de todas as informações de projeto para todos os envolvidos. Porém, na prática, utilizar um único modelo para um empreendimento de porte elevado ou com nível muito alto de detalhamento pode tornar o arquivo digital muito grande, reduzindo o desempenho dos softwares e chegando até a inviabilizar sua utilização.

Forgues *et al.* (2012) sugerem que numa fase inicial, em que ainda não há tempo nem dados para o desenvolvimento do empreendimento, modelos paramétricos sejam utilizados para análise de alternativas e tomada de decisões em relação ao projeto, e que, em uma fase posterior, o modelo detalhado passe pela detecção de incompatibilidades e gere análises construtivas, cronograma de obras e quantidades para o orçamento final.

Já que o modelo é fonte principal de informação para extração de quantidades, é essencial que haja uma profunda conferência em relação às premissas utilizadas (STANLEY; THURNELL, 2014). Mais do que isto, deve haver um controle rigoroso de qualidade sobre o modelo no que diz respeito à nomenclatura, modelagem dos elementos e interferências, pois como o sistema é integrado, um erro de modelagem pode, em cascata, gerar diversos outros erros e comprometer o resultado do projeto.

Por fim, o trabalho de relacionar as quantidades geradas com a planilha de custos e com o cronograma de obra deve ser cuidadoso: nada deve deixar de ser contemplado e também não deve haver duplicações. O planejador, por sua vez, pode organizar as quantidades do modo que melhor lhe convir para a estratégia de execução da obra, tendo maior controle da quantidade de serviço por localizações.

3 ESTUDO DE CASO

Para ilustrar os benefícios e também os desafios de implantar o BIM para extração de quantitativos, fez-se uso de um estudo de caso realizado pelos autores em construtora brasileira do setor de edificações que já utiliza a tecnologia BIM há mais de 3 anos para outras aplicações (compatibilidade de projetos, cronograma ilustrado, identidade visual com o projeto, levantamento de quantidades parciais) e que adquiriu o software *Vico Office* para implantar o planejamento 5D em todos os projetos da empresa. O projeto

real teve dois levantamentos de quantidades realizados em paralelo, um pelo processo tradicional e outro por meio do BIM, o que possibilitou a comparação entre ambos e a validação dos processos de uso do planejamento 5D.

A formulação do processo se baseou nas boas práticas de modelagem, de gerenciamento de projetos e nos requisitos do software de planejamento. De posse da Estrutura Analítica do Projeto, foi feita a definição dos itens a serem modelados (todos os itens significativos do orçamento, com exceção da armação e das formas da estrutura de concreto) e das ferramentas de modelagem ideais para a quantificação de cada um deles. Uma vez feita essa escolha, deu-se um rigoroso trabalho de modelagem com base nos projetos recebidos em dwg para, por fim, ser utilizado o software *Vico Office* para o levantamento de quantidades, composição da planilha de custos e do cronograma base para o empreendimento.

Alguns dos benefícios e dificuldades na implantação do BIM para levantamento de quantidades serão apresentados a seguir e comparados com a literatura.

3.1 Benefícios BIM

- Rápida identificação de riscos e incompatibilidades de projeto

Em sua pesquisa, Stanley e Thurnell (2014) identificaram que grande parte dos usuários do BIM vê a percepção de incompatibilidades entre projetos logo nas fases iniciais de modelagem como uma das principais vantagens desta tecnologia em relação ao processo tradicional de orçamentação e planejamento. Aranda-Mena *et al.* (2009) citam a redução dos riscos do projeto como uma das vantagens mais atrativas do BIM, principalmente para extração de quantidades.

Uma vez que o BIM trata justamente da construção virtual do empreendimento, as informações necessárias à construção, quando em falta, são rapidamente identificadas e é possível tratá-las de imediato, evitando dessa forma atrasos em campo. Na Figura 1 é visível a falta da laje de cobertura no último pavimento: este elemento não constava no projeto de estruturas e também não foi dado como omissos pelo levantamento manual.

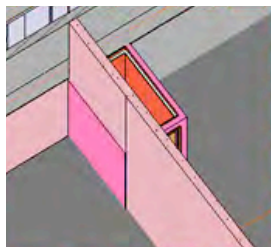
Figura 1 – Ausência de laje de cobertura na subestação



Fonte: Elaborado pelos autores

A visualização em 3D facilita também a identificação de dificuldades construtivas, como é possível observar na Figura 2. Ela ilustra uma situação em que o projeto de vedações prevê uma parede composta por diferentes tipos de chapa de gesso acartonado. Essa situação também representa riscos de patologias futuras e até aumento do risco de erros de execução.

Figura 2 - Vedações



Fonte: Elaborado pelos autores

- Aumento da precisão no cálculo das quantidades

Os próprios softwares de modelagem possuem ferramentas para cálculo das propriedades geométricas dos elementos do modelo, tornando possível controlar a precisão das casas decimais e evitar os erros humanos do processo de medição.

O Quadro 1 ilustra a diferença de considerações das alturas dos reservatórios do edifício para o cálculo de impermeabilização. O levantamento manual utilizou as medidas retiradas de cortes dos projetos impressos enquanto o modelo utilizou a altura real a ser executada por conta da configuração da estrutura. Tais diferenças são comuns principalmente em situações complexas, difíceis de assimilar somente com projetos 2D (MONTEIRO; POÇAS MARTINS, 2013).

Quadro 1 – Alturas consideradas para impermeabilização de reservatórios

Reservatório	Altura Lev. 2D	Altura Modelo
Reuso	3,32m	2,95m
Água Potável	3,32m	2,65m

Fonte: Elaborado pelos autores

Já a Figura 3 exemplifica um erro de cálculo manual: o projeto de impermeabilização já trazia incompatibilidades entre o número de poços de elevadores mostrados em planta e em seu próprio quantitativo. O levantador, então, se equivocou, e além de considerar o item em duplicidade, ainda utilizou o dado de origem errado na fórmula da impermeabilização vertical (utilização de uma área em vez do perímetro do ambiente).

Figura 3 – Planilha de levantamento de impermeabilização

Ambiente	Q	Elementos		Acerto	Perímetro		H	Área		Cod
		C	L		Real	Desc.		Piso	Perímetro	
4 CIRCULAÇÃO SOBRE RESERVATORIO	1	19,45		128,64	39,89		0,30	128,64	11,67	140,31
46 4A CIRCULAÇÃO SOBRE RESERVATORIO	1	21,84		121,89	43,67		0,30	121,89	13,10	134,99
5 POÇO ELEVADOR	20	5,00		6,25	10,00		0,40	125,00	80,00	205,00
6 DUTO DE EXAUSTÃO	1	6,03		8,71	12,06		0,30	8,71	3,62	12,33
8 COUCHO DE LAVAGEM	1	1,10		0,30	2,20		0,30	0,30	0,65	0,95
8 POÇO ELEVADOR	13	3,22		3,70	6,44		0,40	109,48	4861,95	135,05

Fonte: Elaborado pelos autores

- Relação direta entre quantidades extraídas e Planejamento e Custos

Os softwares de planejamento 5D permitem a integração direta entre modelo, planilha orçamentária, estrutura de localizações e cronograma de obra. As quantidades dos elementos do modelo, já calculadas em função das setorizações definidas no software, são usadas diretamente nas fórmulas dos itens da planilha orçamentária que, por sua vez, são conectados às atividades desejadas para o cronograma de obras. Dessa forma, o sistema de gestão do empreendimento é realmente integrado e robusto, possibilitando a geração de indicadores tanto para controle de custos e prazo quanto para serem usados como parâmetros para novos projetos.

Outra oportunidade trazida pela integração do cronograma com o modelo é a possibilidade de perceber erros de lógica, atividades esquecidas, analisar o nível de detalhamento do cronograma e, também, perceber conflitos espaciais gerados pelo plano de ataque previsto para obra (KOO; FISCHER, 2000).

3.2 Desafios à utilização do BIM

- Interoperabilidade entre softwares

Conforme citam Stanley e Thurnell (2014), a falta de compatibilidade entre softwares e muitas vezes a falta de conhecimento sobre como operá-los em conjunto são barreiras à implementação do BIM na cadeia produtiva da construção.

Embora o *Industry Foundation Classes* (IFC) seja um formato aceito pela maioria dos softwares, ainda há problemas de perda de informações que geram comportamentos inesperados, erros e, em última instância, cálculos incorretos das quantidades (LIAO *et al.*, 2014; MONTEIRO; POÇAS MARTINS, 2013; XU; LIU; TANG, 2013)

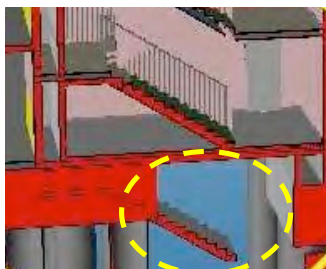
Além disso, algumas funcionalidades dos programas de modelagem não podem ser utilizadas, pois geram erros de leitura quando colocadas no software de gerenciamento (MONTEIRO; POÇAS MARTINS, 2013). Um exemplo do estudo de caso é que, ao trabalhar com o *Vico Office*, o uso da ferramenta do *Revit* “*railings*” para modelagem de corrimãos de escadas deve ser evitado, já que sua identificação e quantificação são instáveis. Deve-se, portanto, modelar corrimãos utilizando a ferramenta de vigas para obter seu comprimento.

- Nível de informações de projeto no momento da modelagem

Boon e Prigg (2012) argumentam que o modelo por vezes contém diversos erros ou omissões de projeto que podem fazer com que os dados sejam incompletos para utilização com o fim de produzir estimativas de custo e cronogramas. A Figura 4 exemplifica um erro de modelagem que pode gerar quantidades equivocadas, assim como erros em cascata nos demais campos do projeto.

Esta colocação é bastante válida já que há uma notória tendência do mercado em realizar processos de concorrência com projetos cada vez mais preliminares. Em contrapartida, tais imprecisões e até mesmo erros também estão presentes no conjunto de projetos em 2D e também podem acarretar estimativas de custo incompletas ou equivocadas.

Figura 4 – Erro de modelagem – escada deslocada



Fonte: Elaborado pelos autores

- Softwares de Planejamento e Orçamentação de manuseio complexo

Além do fato dos profissionais de levantamento de quantidades e de custos terem um baixo nível de conhecimento e experiência em relação à utilização do BIM (THURAIRAJAH E GOUCHER, 2013), as ferramentas utilizadas para extração de quantidades são usualmente difíceis de lidar e podem consumir muito tempo dos usuários nos primeiros usos, até que se habituem às funcionalidades e à lógica do software (FORGUES *et al.*, 2012).

De acordo com Tiwari *et al.* (2009) é essencial que os usuários tenham treinamento intensivo nos softwares e que façam projetos teste para ter certeza que as informações geradas pelos softwares têm o grau de precisão desejado e que sejam confiáveis. Para o projeto-caso, foram feitos teste de comparação dos cálculos das quantidades entre o levantamento manual, quantificação por meio do *Revit* e do *Vico Office* no nível dos elementos e das categorias de elementos, para que dessa forma fossem percebidas as melhores práticas e validados tanto o processo quanto a ferramenta em si.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da modelagem de informação para a construção com o fim de extração de quantidades pode ser uma vantagem competitiva para as empresas que a utilizam; entretanto, sua implantação deve ter um cuidadoso estudo e planejamento, pois se relaciona com diversas áreas da organização.

Devem ser avaliados os impactos em processos, em mudanças de tecnologia e em recursos e treinamentos:

- É essencial que todos os colaboradores envolvidos, principalmente os não habituados ao uso do BIM, tenham consciência dos objetivos, requisitos e limitações do processo, do que podem obter a partir dele e de como colaborar com ele (THURAIRAJAH E GOUCHER, 2013);
- Os usuários precisam estar habilitados para reconhecer possíveis desvios nos processos, sejam erros de projeto, erros de modelagem, erros de cálculo ou dificuldades de gestão;
- Os softwares devem ser escolhidos de forma responsável para que atendam aos requisitos especificados pela empresa para alcançar seus objetivos;
- Do mesmo modo, o modelo precisa atender ao nível de detalhamento necessário para sua aplicação, definido no início de cada projeto. Seu controle de qualidade

deve ser rigoroso, já que suas informações servirão de base para um sistema de gestão integrada e qualquer imprecisão pode desencadear erros sistêmicos;

- É uma boa prática que os processos sejam validados a partir de projetos piloto para que se garanta o nível de confiabilidade esperado do processo, observem-se melhorias ao processo original e para que os usuários se sintam motivados com a nova abordagem.

Uma vez garantidas a qualidade e a rastreabilidade dos dados durante todo o ciclo de utilização, podem ser gerados índices paramétricos para serem usados nas fases iniciais dos projetos ou até mesmo durante a fase de propostas e estimativas de custos. Além disso, obtendo-se um processo de gestão de projetos coeso, as diversas áreas envolvidas serão beneficiadas, já que os produtos gerados podem ser desde quantitativos específicos que auxiliam na medição de fornecedores até cronogramas de suprimentos, que colaboram nas contratações e previsão de recebimento de materiais para possibilitar o planejamento da logística de canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

- ARANDA-MENA, G. et al. Building information modelling demystified: does it make business sense to adopt BIM? **International Journal of Managing Projects in Business**, v. 2, n. 3, p. 419-434.
- BOON, J.; PRIGG, C. Evolution of Quantity Surveying Practice in the Use of BIM– the New Zealand Experience. In: Joint CIB International Symposium .**Proceedings**. 2012.
- EASTMAN, Chuck; TEICHOLZ, Paul; SACKS, Rafael; LISTON, Kathleen. **BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors**. Second Edition. Wiley Publishing, 2011.
- FORGUES, D. et al. Rethinking the cost estimating process through 5D BIM: A case study. In: Construction Research Congress 2012: Construction Challenges in a Flat World, 2012, West Lafayette, IN. **Proceedings**. p.778-786.
- LIAO, L. et al. Improving construction schedule and cost information feedback in building information modelling. **Proceedings of Institution of Civil Engineers: Management, Procurement and Law**, v. 167, n. 2, p. 91-99, 2014. ISSN 17514304
- LOVE, P. E. D. et al. A benefits realization management building information modeling framework for asset owners. **Automation in Construction**, v. 37, p. 1-10, 2014. ISSN 09265805.
- MONTEIRO, A.; POÇAS MARTINS, J. A survey on modeling guidelines for quantity takeoff-oriented BIM-based design. **Automation in Construction**, v. 35, p. 238-253, 2013. ISSN 09265805.
- STANLEY, R.; THURNELL, D. The benefits of, and barriers to, implementation of 5D BIM for quantity surveying in New Zealand. **Australasian Journal of Construction Economics and Building**, v. 14, n. 1, p. 105-117, 2014. ISSN 18356354.
- THURAIRAJAH, N.; GOUCHER, D. Advantages and challenges of using BIM: A cost consultant's perspective, **49th ASC Annual International Conference**, p. 1-8, 2013
- TIWARI, S. et al. Model Based Estimating to Inform Target Value Design. **AEC Bytes - Building the Future**, 2009.
- XU, S.; LIU, K.; TANG, L.C.M. Cost estimation in building information models. In: International Conference on Construction and Real Estate Management: Construction and Operation in the Context of Sustainability, ICCREM 2013, Karlsruhe. **Proceedings**. p.555-566.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

INTEROPERABILITY OF BUILDING ENERGY MODELING (BEM) WITH BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

PRADA-HERNÁNDEZ, Andrea Victoria (1); ROJAS-QUINTERO, Juan Sebastián (2); VALLEJO-BORDA, José Agustín (3); PONZ-TIENDA, José Luis(4)

(1) Universidad de los Andes, (57.1) 332 4312 Ext. 1874, e-mail: av.prada156@uniandes.edu.co (2) Universidad de los Andes, e-mail: js.rojas128@uniandes.edu.co, (3) Universidad de los Andes, e-mail: ja.vallejo907@uniandes.edu.co, (4) Universidad de los Andes, e-mail: jl.ponz@uniandes.edu.co

ABSTRACT

Several authors have recognized the importance of an interoperability of Building Energy Modelling (BEM) software with Building Information Modeling (BIM) since the 90s. The present study evaluates the current state of the interoperability of BEM with detailed designs of building projects in BIM. The authors performed an experimental assessment, based on tests with software related to the design of an office building in Colombia. The assessment is divided in two steps, a preparatory and a final experiment, and evaluates the results for the transfer of the building geometry from BIM to BEM. It can be concluded that BEM software is not interoperable with BIM currently, the opposite of what many companies and authors ensure. The geometry transfer is inaccurate, which is the most elemental input parameter for BEM. This lack of interoperability between BEM and BIM causes the projects, aiming to be sustainable and with good energy performance, to have difficulties on being delivered in an integrated way (through IPD) by the main stakeholders.

Keywords: *Building Energy Modeling, BEM, BIM, Interoperability, data models for construction products.*

RESÚMEN

Varios autores han reconocido la importancia de la interoperabilidad entre los software de Modelación Energética de Edificaciones (BEM) y de Modelado de Información de Construcción (BIM) desde los años 90. El presente estudio evalúa el estado actual de la interoperabilidad del software BIM con el diseño detallado de los proyectos de construcción en BIM. El artículo presenta un análisis experimental a partir de pruebas realizadas a paquetes de software relacionados con el diseño de un edificio de oficinas en Colombia. Este análisis está dividido en dos etapas, un experimento preparatorio y uno final, y evalúa la transferencia de la geometría de la edificación de BIM a BEM. Se puede concluir que BEM y BIM no son interoperables entre sí actualmente, a diferencia de lo que varias compañías y autores anuncian. La transferencia de la geometría, que es el parámetro de entrada más elemental de BEM, es aún imprecisa. Esta falta de interoperabilidad entre BIM y BEM ocasiona que los proyectos que buscan ser sostenibles, eficientes y con un buen comportamiento energético tengan dificultad para ser desarrollados y entregados de forma integrada (a través de IPD) por los distintos actores del proyecto.

Palabras-clave: Modelación energética de edificaciones, BEM, BIM, Interoperabilidad, Modelos de datos para los productos de construcción.

1 INTRODUCTION

Building Information Modeling (BIM) has been developed as a technologic tool that allows the exchange of information among the stakeholders involved in a project,

following the Integrated Project Delivery (IPD) approach. One of the problematic aspects of BIM has always been the interoperability among the diverse software specialized in the different aspects of a design. That is the reason why open data models were created to be used as standards for BIM software, as the International Alliance for Interoperability (IAI, today buildingSMART) in 1995, as (BAZJANAC; CRAWLEY, 1999).

Building Energy Modeling (BEM) software has been used for the design of sustainable and efficient buildings. Since the 90's, Crawley, et al. (1997) stated that the priority of BEM users was its interoperability with common software for buildings analyses, CAD at the time. Hitchcock; Wong (2011) concluded that “the interoperability between BIM and BEM was a goal yet hard to achieve”. Several authors have started to develop new data models to be used by BEM software, although this practice goes against the standardization aimed with the IAI creation.

To assess the current state of the interoperability between BIM and BEM software in the detailed design phase of construction projects, an experimental analysis is performed through the use of different software packages. The analysis is divided into two stages, a preparatory experiment, using the BIM model of an elementary building, and a final one, using a more robust and complex BIM model of an office building in Colombia. The transfer of the building geometry is evaluated then.

2 LITERATURE REVIEW

2.1 Building Energy Modeling (BEM)

BEM software estimates energy consumption of buildings based on simulations of energy and mass flows (CRAWLEY, et al., 2001), contributing to decision making in early stages of a project. These simulations take into account equations, thermodynamic principles, and complex assumptions. They are based on elemental input parameters like the building geometry and complex input parameters like the information related to HVAC (Heating, Ventilation, and Air Conditioning) systems and components, weather, operation conditions, among others (BAZJANAC; CRAWLEY, 1999).

Major BEM software packages can be divided into two groups, those using the calculation engine developed by the US Department of Energy (DOE) and those using their own calculation engine. Examples of software in the first group are: eQUEST®, DesignBuilder®, EnergyPlus®, and Autodesk® Green Building Studio® (GBS). IES Virtual Environment (IESVE) and Trace 700 are examples of the second group.

BEM software is subject to approval by certification systems for sustainable buildings as LEED, BREAM, etc., they are the main market for BEM products (WINKELMANN, et al., 1993) and, given that, hold a great influence on them.

2.2 Building Information Modeling (BIM)

Eastman, et al. (2008) defined BIM as the parametric modeling technique and processes associated to produce, communicate, and analyse digital construction models. Given that BIM focuses in handling information related to the entire lifecycle of a construction project, interoperability is very useful for a collaborative and integrated work among all stakeholders through an Integrated Project Delivery (IPD) approach. Bazjanac (2001)

remarked the importance for BIM software to be interoperable, which means to be able to share information in a perfect way.

2.3 Data models for construction products

To ensure interoperability among different software, the IAI (now called buildingSMART) developed a neutral object-oriented data model called Industry Foundation Classes -IFC- that facilitates the exchange of information among compatible software (BAZJANAC; CRAWLEY, D. B., 1999). Some authors have found various limitations on the IFC model. Dong, et al. (2007) recognized that buildingSMART has focused its efforts on architectural representation of a building but other domains, such as energy modeling BEM, are still to be developed. Therefore, the Green Building XML (gbXML) data model is the most widely used by BEM simulation tools, as it allows to include information about isolation, thermic areas, and mechanical equipment. This data model presents many problems though. Hijazi (2015) developed a Data Transparency Tool (DTT) to allow the user to verify the data in the gbXML files and then correct their inaccuracies.

2.4 Data models for construction products

Crawley, et al. (1997) showed that the priority of BEM users was its interoperability with building modeling tools, such as CAD at the time. Bazjanac; Crawley (1999) proposed that the solution to this need was to make BEM software compatible with the IFC model. They conducted an experiment consisting in the design of a small building using various IFC compatible software and the results comparison. At that time, there was not an interactive interface available to analyse a building geometry on IFC.

Maile, et al. (2007) tested the interoperability of different BEM software packages: Equest, DesignBuilder and EnergyPlus, and found that there are significant differences between the BIM model (architectural model of a building) and the analytical model (model required for an energy simulation). The tested software had problems importing the building geometry like omission of slabs, windows, walls, and surfaces generating shadows. Hitchcock; Wong (2011) found that interoperability between BIM and BEM was an elusive goal and that it was imperative to work on a stricter standardization data model for construction products. Kim, et al. (2015) developed a new interface for semi-automatic translation from BIM to BEM models called ModelicaBIM library. But, this does not use objects, unlike IFC. Likewise, Cemesova, et al. (2015) created an IFC extension with an energy domain to export data to the Passive House Planning Package (PHPP), a system commonly used in Europe but not in America.

3 METHODOLOGY

In order to study the interoperability between BIM and BEM at the detailed design stage, an experimental analysis is conducted with BIM and BEM software packages associated to the design of a construction project. This analysis is divided into two stages: a preparatory experiment and a final experiment.

3.1 Preparatory experiment

This first experiment immediately identifies the main problems of interoperability between BIM and BEM, using a BIM model of an elementary building. This experiment

is conducted in four iterative steps until satisfactory results are obtained: (1) Select the BIM and BEM software packages as well as the data models to use; (2) Import the BIM elementary model to the BEM software, using the corresponding data model; (3) Identify limitations and document the resultant geometry obtained. (4) Finally, if results are not reliable (information required to perform energy modeling, such as geometry, has not good quality), changes must be made to the original BIM model and return to step 2. If the results are reliable, continue to the final experiment.

3.2 Final experiment

This experiment consists of the identification of main interoperability problems using a real, more robust and complex, BIM model. This final experiment must be performed after the preparatory experiment is finished. The methodology followed is the same as the one used for the preparatory experiment, but with two fundamental differences. The first one is that, if results are not reliable in the first iteration, the changes documented during the preparatory experiments must be implemented in the new BIM model. The second is that, since changes take longer in a more complex building model, it is suggested to make several changes to the model in each iteration. As in the preparatory experiment, this process ends after some iterations (from step 2 to 4).

4 CASE STUDY

As the elemental model for the preparatory experiment, the authors chose a residential multi-story building. First column of Table 1 shows the BIM model of the building in Revit® and its surrounding environment. The model has an angular shape with two floors and two basements. Its vertical distribution consists of a ladder. This building has 14 thermal zones.

As the complex model used for the final experiment, the authors choose a mixed-use (63% offices, 35% parking, 2% commerce) multi-story building in Bogotá. This building was under construction during the making of this paper. The building consists of 19 floors (3 basements), 11 elevators, 3 stairways, and a total of 63.653 m² of built area. This model has more than 250 thermal zones. The foundation and structure of the building consists of reinforced concrete. First row of Table 2 shows the BIM model of this building using Revit®.

5 RESULTS


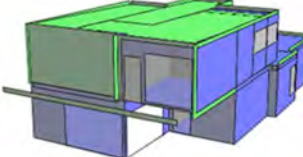
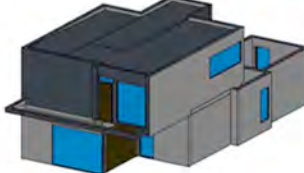
5.1 Preparatory experiment

The authors chose Revit® from Autodesk as the BIM software to be used, because it is the most common software in construction and design companies worldwide, favouring the repetition potential of this investigation.

On the other hand, the authors chose IES Virtual Environment (IESVE) and eQUEST as BEM software because they are approved by the Green Building Council and are also the most commonly used in America. Additionally, Autodesk® Green Building Studio (GBS) was used as an intermediary between Revit® software and eQUEST, as this software is part of the complicated information flow of that exists between these BIM and BEM software (LOBOS, et al., 2015).

Finally, the .INP and gbXML data models were used. The first because it the most frequently used by BEM software. The second model because it is used by the popular calculation engine DOE, and therefore by eQuest, despite not being a data model for BIM. Following the specified data flow process, the basic model for the preparatory experiment was imported to the two BEM software, as presented in Table 1.

Table 1 – First importation of the BIM model to the corresponding BEM software

Original BIM model in Revit®	Analytical model in IESVE	Analytical model in eQuest
		

Source: The authors (2015)

The main inconsistencies on the geometry information of the analytical models correspond to missing slabs, flooring, boards, window frames, basements, doors, windows (or types of walls), and surfaces generating shades. The fact that BEM have not imported furniture, topography, stairs, railings, and sanitary equipment is not considered relevant because their absence does not greatly affect the results of energy analysis. In the generated report IESVE particularly found 11 spaces instead of the original 14 thermal zones.

To solve these first identified limitations, several iterations were performed: the first change was to allow for modifications so "Detach central file" Revit® MEP tool was applied. Then, to speed the BEM model generation time, all elements not related to the energy analysis were deleted (e.g. Furniture, elevators, sanitary equipment). Next, spaces and thermal areas were defined with "Place space" Revit® MEP tool, resulting on the appearance of some of the missing windows and doors, and one more thermal space, so 12 spaces were counted.

The authors tried to solve the absence of basement levels by defining level zero of the BIM model as the last basement. Results did not change with this variation, showing that importation is not sensitive to level variations. Then, object families to model the basements instead of the "building path" option, obtaining one sole big basement without a division slab between floors. Finally, the two basements were defined as spaces and thermal zones with the "Place Space" tool of Revit® MEP. When imported again, the model shows the slab separating both basement levels and the total of 14 thermal spaces.

A total of six iterations of importation into the BEM software were made in order to solve the geometry issues. It was found that, in this specific example, there is no difference between the results of the simulation made with eQuest and IESVE.

5.2 Final experiment

For this experiment, authors adopted the same software and data models. The main limitation found in the first iteration was that the model could not be imported to GBS and therefore could not be displayed on the eQuest software (Table 2). Regarding the IESVE software, the main limitation is the absence of the 3 basement floors, which are of great importance as they are spaces that usually have mechanical ventilation. In the subsequent iterations the same modifications as with the preparatory experiment were applied: Using the "Detach central file" tool and deleting all elements not related to the energy analysis.

To solve the IESVE importation issue, a great number of modifications were implemented in one sole iteration. Object families were used to model the basements. It was ensured that all rooms were set in their upper and lower limits. The size of the bounding box containing the model was reduced. Plates and other external elements were removed by disabling the "room bounding" option and using the "hide in view" option. It was ensured that all halls and rooms were assigned to a thermal zone. The "calculate areas and volumes" and the "calculate room area finished wall" options were activated. Missing elements were located and corrected by turning the 3D model with the "edit boundary" option like eliminating voids in the plates. After all these changes, the IESVE model showed a hole-free structure, lighter, without all the unnecessary elements, and with 3 more thermal spaces (the basements). The model could not be seen in eQuest.




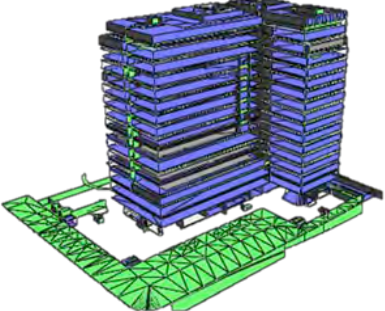
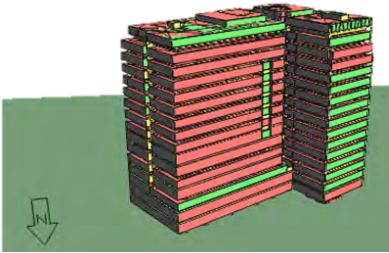
To solve the problem with GBS and with eQuest as a consequence, the origin (0,0,0) of the Revit® model was re-established to a point closer to the building. This last change helped to eliminate the "Openings have duplicate vertices defined" error on GBS, but the IESVE model did not show any changes. Then, in the display control of Revit®, categories such as gutters, raster images, landscapes and others that are not relevant for the energy analyses were turned off. This change made it easier to import the model into the BEM software. Finally, the resolution of the model was increased with the "analytical resolution" option in Revit®, in order to avoid the presence of numerous small surfaces. After a process of 12 changes, the GBS model could be imported into eQuest, but it presented a very bad view since it took off several walls, slabs, and columns, and basements did not appear. The IESVE model remained the same.

5.3 Discussion

Table 2 presents results obtained after a final experiment with 4 iterations and 12 changes made to the BIM model used to generate a BEM analytical model with a correct geometry.

Results obtained in the preparatory experiment showed the same solution documentation for eQuest and IESVE. But, results obtained in the final experiment showed a very different software documentation for both BEM models. It was difficult to display the model in eQuest. After 12 changes in Revit®, it was possible to import a model with missing walls, slabs, columns, basements, and other elements. In IESVE, the model could be viewed since the first iteration and presented a precise geometry after the third iteration with 10 amendments made to the BIM model. Despite the success in the translation of the model to IESVE, the process is tedious. A trial and error process has to be made, demonstrating that the interoperability presented by a software BEM is affected not only by the size of the BIM model but also by the type of data model used and the sequence of implemented changes.

Table 2 – Results obtained after the iteration process

Software	Analytical model in IESVE	Analytical model in eQuest
Revit®		
eQUEST	<p>Did not display a model. In the Autodesk® Green Building Studio (GBS) software, the error “Invalid gbXML file” appears with: “Openings have duplicate vertices defined” and “Surfaces have duplicate vertices defined”.</p>	
IESVE		

Source: The authors (2015)

6 CONCLUSIONS

It can be concluded that BIM and BEM software are not currently interoperable, in contrast to what it is wrongly stated by several software development companies. The transfer of the building geometry, which is the basic input parameter for BEM, is still deficient. The views of analytical models of a building in BEM are not updated automatically with changes in the BIM model. Therefore, several iterations of changing, importing, and exporting the BIM model have to be done in order to ensure that the geometry is correctly transferred. As well as geometry (basic input parameter BEM) is not correctly read by the BEM software, families of objects cannot be translated properly in some other variables analysed by the BEM software.

This lack of interoperability between BIM and BEM causes difficulties in the development and delivery of projects that are seeking sustainable, efficient, and good energy performance throughout its life cycle.

In future research, it is recommendable explore about the causes of this lack of interoperability through a detailed analysis of the operation and the processes of data

models exchange for construction products. It is necessary to improve existing data models before starting to develop new models, in order to promote standardization sought with the creation of the International Alliance for Interoperability in the 90s. Finally, the authors propose that the first step of the solution is to make a protocol in which the families of objects managed by BIM are related with the input parameters handled by BEM.

REFERENCES

- BAZJANAC, V. Acquisition of Building Geometry in the Simulation of Energy Performance. **Proc. intern. conf.**, Rio de Janeiro, 1: 305- 311. Lamberts, et al. (eds), ISBN 85-901939-2-6. 2001.
- BAZJANAC, V.; CRAWLEY, D. B. Industry foundation classes and interoperable commercial software in support of design of energy-efficient buildings. **Building Simulation '99, 6th International IBPSA Conference**: 661-667, Udagawa and Hensen, ed., Kyoto, Japan. September 13-15, In: Nakahara, Yoshida. 1999.
- Cemesova, A., et al. PassivBIM: Enhancing interoperability between BIM and low energy design software. **Automation in Construction**: 57: p. 17–32. 2015.
- CRAWLEY, D. B., et al. EnergyPlus: creating a new- generation building energy simulation program. **Energy and Buildings**: 33 (4): 319-331. 2001.
- CRAWLEY, D.B., et al. What next for building energy simulation—a glimpse of the future. **Proceeding of the Building Simulation '97, 5th International IBPSA. Conference: II**: 395-402. Spitler and Hensen, ed., Prague, Czech Republic, September 8-10. 1997.
- DONG, B., et al. A comparative study of the IFC and gbXML informational infrastructures for data exchange in computational design support environments. **IBPSA 2007 - International Building Performance Simulation Association**: 1530-1537. Beijing; China; 3-6 September 2007; Code 93269. 2007.
- EASTMAN, C., et al. **BIM handbook: A guide to building Information Modeling -for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors-**. John Wiley & Sons, Inc., New Jersey. 2008.
- HIJAZI, M.O., Bridging the gap: A tool to support bim data transparency for interoperability with building energy performance software. **PROQUEST: UNIVERSITY OF SOUTHERN CALIFORNIA**, 133 pages; 1589250. 2015.
- HITCHCOCK R. J.; WONG, J. Transforming IFC architectural view BIMs for energy simulation. **Proceedings of Building Simulation 2011**: 14-16. 12th Conference of International Building Performance Simulation Association, Sydney, November. 2011.
- KIM, J.B., et al. Developing a physical BIM library for building thermal energy simulation. **Automation in Construction**. **50**: 16-28. 2015.
- LOBOS, D, et al. Mapeo de Interoperabilidad entre BIM y BPS Software (Simulación Energética) para Chile. XVII Conference of the Iberoamerican Society of Digital Graphics - **SIGraDi: Knowledge-based Design**. Vol. 1 num. 7. 2015.
- MAILE, T., et al. Building Energy Performance Simulation Tools - a Life-Cycle and Interoperable Perspective. **CIFE Working Paper #WP107**. STANFORD UNIVERSITY. 2007.
- WINKELMANN, F. C., et al. DOE-2 Supplement, Version 2.1E, LBL-34947, November, **Lawrence Berkeley Laboratory**. Springfield, Virginia: National Technical Information Service. 1993.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

POTENCIALIDADES DA INTEGRAÇÃO DO BIM AO MÉTODO DE AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA DAS EDIFICAÇÕES

MACHADO, Fernanda Almeida (1); SIMÕES, Carla Carvalho (2); MOREIRA, Lorena Claudia de Souza (3)

(1) SENAI CIMATEC, 7187120015, e-mail: fernanda.machado@nucleobim.com (2) SENAI CIMATEC, e-mail: carlacs@fieb.org.br, (3) UFBA, e-mail: lorenasm@ufba.br

RESUMO

A indústria da construção tem sido identificada como o principal agente dos impactos ambientais a nível global. Este contexto abrange o consumo de recursos e as emissões de gases de efeito estufa pelos seguimentos da cadeia produtiva. Visando a gestão responsável dessas ações, o objetivo deste artigo é sintetizar e analisar o referencial teórico destacando as oportunidades criadas pela integração entre o *Building Information Modeling* – BIM e o método de Avaliação do Ciclo de Vida – ACV. Trata-se de uma pesquisa exploratória que identifica os benefícios do diálogo entre o BIM e o método de ACV, bem como promove a investigação de aplicações para aperfeiçoamento de processos e direcionamento de futuros estudos. As contribuições geradas contemplaram um quadro-síntese de dificuldades dos procedimentos convencionais da ACV e os pontos efetivos do BIM como agente facilitador, demonstrando potencialidades da integração na gestão sustentável do ambiente construído. As conclusões evidenciam que investimentos devem ser dedicados ao aprimoramento da interoperabilidade entre as ferramentas correlatas e à mudança de cultura. Pode-se observar que a implantação simultânea abordada apresenta grande valia ao estruturar cenários de previsão de impactos através de simulações e análises de modelos virtuais integrados.

Palavras-chave: BIM, Avaliação do Ciclo de Vida, Construções Sustentáveis.

ABSTRACT

The construction industry has been identified as the main agent of environmental impacts at the global level. This context embraces the consumption of resources and the emissions of greenhouse gasses by the segments of the productive chain. Aiming the responsible management of these actions, the objectives of this article is to synthesize and analyzes the theoretical reference highlighting the opportunities created by the integration between the Building Information Modeling – BIM and Life Cycle Assessment - LCA. It is an exploratory research that identifies the benefits concerning BIM and LCA dialog, as well as promotes the investigation of applications for the improvement of processes and direction of future researches. The contributions generated embraced a board related to difficulties of the LCA conventional procedures and the effective points of BIM as the facilitator agent, demonstrating integration potentialities in the sustainable built environmental management. The conclusions show that investments should be dedicated to the improvement of the interoperability between the correlated tools and to the cultural change. It can be observed that the simultaneous implantation approached demonstrates great value structuring scenarios of impacts prediction through simulations and analysis of virtually integrated models.

Keywords: BIM, Life Cycle Assessment, Sustainable Constructions.

1 INTRODUÇÃO

O crescimento desordenado dos núcleos urbanos conduz a situações críticas provocadas por ações antrópicas. As cidades utilizam cerca de mais da metade das fontes mundiais de energia diante de suas construções, atividades, serviços e transportes (MOTTA; AGUILAR, 2009). No âmbito que concerne à construção civil, sua indústria é responsável por sobrecargas ambientais significativas que implicam nas produções de grande volume de resíduos (CBCS *et al.*, 2014) e de mais de um terço das emissões de CO₂ em nível global (PNUD, 2014). Neste contexto, a indústria da construção, reconhecida pelo baixo investimento em pesquisas e desenvolvimento, demanda mudanças no intuito de aprimorar o desempenho de seus processos e alcançar uma abordagem mais sustentável (ANTÓN; DÍAZ, 2014). Este cenário pode ser efetivado mediante evolução de sua cadeia produtiva, a partir da disponibilidade de tecnologias e de novas formas de aplicação (MOTTA; AGUILAR, 2009).

O quadro atual, neste sentido, já identifica uma mudança de paradigma, como a que ocorreu na indústria entre as décadas de 1980 e 1990 com a implantação do projeto assistido por computador, *Computer Aided Design* – CAD. Trata-se da incorporação da modelagem da informação da construção, *Building Information Modeling* – BIM, que desde os anos 2000 está em rápida consolidação (SANTOS 2012). O BIM é considerado o processo de produção, uso e atualização de um modelo de informações da edificação durante todas as etapas do seu ciclo de vida, servindo a diferentes propósitos. Abrange e integra todas as disciplinas envolvidas no contexto construtivo, atribuindo ao modelo dados geométricos e propriedades de diferentes aspectos. Seu caráter tridimensional, paramétrico e de armazenamento facilita a execução de simulações e análises, além de colaborar com a visualização, desenvolvimento e geração da documentação do projeto (CRESPO; RUSCHEL, 2007; SANTOS, 2012; EASTMAN *et al.*, 2014).

O referido ciclo de vida da edificação envolve três etapas: (i) pré-operacional, que agrega a fabricação de materiais, as fases de projeto e atividades de construção; (ii) operacional, relacionada às fases de uso e manutenção; e (iii) pós-operacional, referente a fase de demolição ou desconstrução (SILVA, 2013). Tendo em vista a ocorrência de impactos ambientais em todas as etapas do ciclo, é identificada uma valiosa sinergia entre o BIM e as construções sustentáveis. Isto se deve à característica do BIM de proporcionar uma visão sistêmica e integrada da construção associada à sua capacidade de reduzir custos (melhor gestão da informação), antecipar soluções (maior flexibilidade nas decisões) e promover testes de diversas variáveis nos estágios preliminares de projeto, abrangendo, desta forma, os três pilares da sustentabilidade: econômico, social e ambiental (ANTÓN; DÍAZ, 2014).

Enfatizando o pilar ambiental, a integração do BIM com ferramentas como a metodologia de Avaliação do Ciclo de Vida – ACV deve propiciar um melhor controle e entendimento de diferentes alternativas e resultados que objetivem a redução dos impactos e os benefícios econômicos possivelmente envolvidos (JRADE; ABDULLA, 2012). A ACV foi desenvolvida majoritariamente para a concepção de processos e produtos de baixo impacto ambiental (BRIBÍAN; USÓN; SCARPELLINI, 2009), e cujo peso de sua assimilação nas tomadas de decisão pode contribuir para a promoção da sustentabilidade na indústria da construção (ORTIZ; CASTELLS; SONNEMAN, 2009). Elaborada a partir de meados da década de 1980 e alimentada durante 1990 por normas e diretrizes internacionais (FINNVEDEN *et al.*, 2009), a ACV é considerada uma ferramenta de excelência que consiste na análise de repercussões de um produto, processo ou atividade durante a vida, a partir de um inventário de entradas e saídas de um determinado sistema (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006).

No campo da construção, a análise da edificação como produto possui particularidades usualmente marcadas por: (i) longo ciclo de vida; (ii) múltiplas funções; (iii) composição definida por uma diversidade de elementos construtivos; (iv) especificidades concebidas que a tornam um produto único (determinado por variáveis como localização, técnicas, materiais e projeto); (v) produção local; e (vi) o envolvimento de grande número de *stakeholders* (incerteza nos procedimentos) (BRIBÍAN; USÓN; SCARPELLINI, 2009; ANTÓN; DÍAZ, 2014). Partindo deste princípio, cresce a necessidade por investigações acerca da integração entre o BIM e a ACV, para levantamento de potencialidades e comprovação da eficiência deste diálogo no processo de projeto, planejamento e gestão da construção, visando à incorporação preliminar de soluções sustentáveis nas tomadas de decisão.

2 METODOLOGIA

Ante o exposto, o presente artigo tem como objetivo a síntese e análise do referencial teórico destacando as oportunidades criadas pela integração entre o BIM e o método de ACV. Sua metodologia é caracterizada como exploratória e seu planejamento é estruturado por dois procedimentos técnicos: o levantamento bibliográfico e a análise de estudos. A coleta de dados para a pesquisa foi efetuada em duas fases, através do Portal de Periódicos da Capes, do Centro de Referência e Informação em Habitação – Infohab e de acervos digitais de universidades brasileiras e estrangeiras. Inicialmente com a busca pelos termos BIM, ACV e LCA¹, e posteriormente com seu refinamento considerando aplicações práticas da integração na etapa pré-operacional do ciclo de vida da edificação, do período de 2009 a 2014. O recorte contemplou essa etapa devido à culpabilidade direta e única da indústria na geração dos impactos (consumo de recursos e emissão de poluentes) logo nos processos preliminares de produção (SILVA, 2013). A abordagem neste enfoque abrangeu: (i) os procedimentos metodológicos da ACV; (ii) a contribuição do BIM para otimização dos procedimentos da ACV; e (iii) os benefícios da integração para qualificar o processo de projeto, planejamento e gestão de construções sustentáveis. Definiu-se, então o Quadro 1 como instrumento de apresentação das dificuldades presentes nos procedimentos da ACV, e as Figuras 1 e 2 para ênfase dos pontos de integração. Ambos os produtos foram passíveis de análise para definição de vantagens e desvantagens, e detecção de lacunas para aprimoramento dos processos e direcionamento de futuras pesquisas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os impactos provocados pela indústria da construção, em especial os correspondentes às mudanças climáticas, requerem avanços consideráveis na tecnologia, controle e monitoramento das atividades realizadas. Estes impactos podem ser identificados, quantificados e avaliados pela ACV em cada fase do ciclo de vida da edificação. Os procedimentos para tanto, são fundamentados nos princípios, requisitos e estrutura-geral recomendados pelas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT. A NBR ISO 14040 (2009) estabelece que a ACV deva compreender como fases: (i) a definição de objetivo e escopo; (ii) a análise do inventário do ciclo de vida (ICV); (iii) a avaliação dos impactos do ICV (AICV); e (iv) a interpretação dos resultados. As abordagens da ACV podem possuir diferentes formas de análise de um produto, ou atividades, e variam entre si em termos de complexidade.

¹ LCA ou *Life Cycle Assessment* é a terminologia inglesa para o método de Avaliação do Ciclo de Vida.

Abordagens mais extensas como a *cradle-to-grave* (do berço ao túmulo) desenvolvem o levantamento detalhado de todas as etapas do ciclo de vida avaliado. Entre as mais simplificadas está a Análise do Ciclo de Vida Energético – ACVE, que prioriza a eficiência energética e a medição de emissões de CO₂ a partir do consumo energético (TAVARES, 2006). Isto é relevante no momento de aplicação de uma ACV no âmbito da construção civil, devido às particularidades atribuídas à edificação como produto. Essas particulares afetam os procedimentos usuais da metodologia, e criam barreiras significativas a serem enfrentadas pelos especialistas. Considerando os trabalhos de [1] Tavares (2006), [2] Soares, Souza e Pereira (2006), [3] Miyazato e Oliveira (2009), [4] Jrade e Abdulla (2012), [5] Silva (2013) e [6] Antón e Díaz (2014), foi estruturado o Quadro 1, para evidenciar as fases e procedimentos em que foram identificadas as principais dificuldades no contexto da edificação. Segundo os autores, a falta de profissionais capacitados na realização da ACV já se trata de um fator limitador.

Quadro 1 – Dificuldades identificadas da ACV aplicada à construção civil (cont...)

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA APLICADO À CONSTRUÇÃO CIVIL			
FASE	PROCEDIMENTOS	DIFICULDADES IDENTIFICADAS	
Definição e Escopo	Delimitação do objeto de análise para simplificação do método	A complexidade e as variáveis inerentes ao ciclo de vida da edificação exigem atenção especial à delimitação do objeto. Caso seja falha, os resultados encontrados podem ser inconclusivos [1] [3] [5].	
ICV	Determinação da unidade funcional que melhor corresponde à realidade	Em geral, a unidade funcional é atribuída às utilizadas nos departamentos de suprimentos das construtoras, e normalmente não possuem um padrão definido, sendo suscetível a variações [5].	
	Levantamento dos Insumos	É necessário efetuar a composição dos materiais primários dos elementos construtivos para realização do levantamento [1] [5].	
	Padronização dos cálculos dos fatores de emissão e consumo		É reduzida a disponibilidade de dados dos estágios de fabricação e transporte dos materiais de construção para alimentação do inventário [1] [2] [3] [5] [6]. O uso de dados de referências distintas ou experiências internacionais afetam a precisão e fidelidade dos resultados encontrados, diante do tipo de processo, matriz energética, e transportes considerados (entre outras variáveis) [1] [5].
			A falta de divulgação dos memoriais de cálculos dos inventários dificulta o aproveitamento destes em aplicações futuras. O fato de algum memorial negligenciar etapas específicas de um processo (uma particularidade da fabricação de um material, por exemplo), reproduz dados que podem divergir de outro memorial no mesmo contexto [1] [5].
			Os materiais de construção são constituídos por uma grande variedade de diferentes elementos, cada um com suas próprias características, atribuindo particularidades aos processos pertencentes a cada um deles [1] [2] [6].
Quantificação dos insumos de um projeto ou construção		É realizada a partir do orçamento da obra ou de forma manual a partir de representações em 2D ou 3D não parametrizadas. Procedimento passível de erros, que gera retrabalho e retarda a análise [4] [5] [6].	

AICV	Exportação dos dados do ICV	Dados inseridos, de forma manual, em planilha eletrônica previamente estruturada para avaliação dos impactos correspondentes. Procedimento passível de erros, que gera retrabalho e retarda a avaliação [4] [6].
------	-----------------------------	--

Quadro 1 – Dificuldades identificadas da ACV aplicada à construção civil (final)

AVALIAÇÃO DO CICLO DE VIDA APLICADO À CONSTRUÇÃO CIVIL		
FASE	PROCEDIMENTOS	DIFICULDADES IDENTIFICADAS
AICV	Avaliação dos dados	As metodologias aplicadas não são padronizadas e provocam divergências [5].
Interpretação dos Resultados	Visualização da tomada de decisão no projeto	A interpretação dos resultados é desvinculada dos desdobramentos da tomada de decisão no projeto [6].

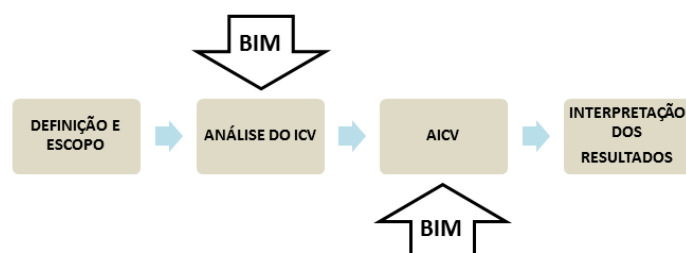
Fonte: A partir de Tavares (2006), Soares, Souza e Pereira (2006), Miyazato e Oliveira (2009), Jrade e Abdulla (2012), Silva (2013) e Antón e Díaz (2014).

Ante o quadro apresentado, é detectada a demanda por meios que facilitem a quantificação de materiais de acordo com a unidade funcional estabelecida, a exportação automatizada de dados para produção de documentação e a visualização integrada dos impactos ambientais mensurados. É pertinente enfatizar que a qualidade dos resultados encontrados depende dos dados utilizados no processo de avaliação (SOARES; SOUZA; PEREIRA, 2006), o que implica em maior responsabilidade por parte da indústria da construção civil no gerenciamento, controle e padronização de processos, e requer reformulações que influenciem na redução de seu perfil informal.

O fato de a ACV não ser associada a qualquer possibilidade integrada da simulação com a visualização do projeto, demonstra que há um hiato entre as resoluções de menor impacto ambiental, custo e a própria arquitetura. A ausência de diálogo, entre estas variáveis, cria lacunas que devem ser preenchidas para maior consistência no incentivo e convencimento às empresas em relação ao projeto e planejamento de construções sustentáveis. É fundamental o desenvolvimento e utilização de ferramentas que propiciem a geração de hipóteses de adequação ambiental associadas à qualidade, desempenho e valores estimados da edificação. Os esforços concentrados na fase de projeto são essenciais para viabilizar as experimentações e prevenir possíveis erros e omissões. Ademais, os estágios preliminares conseguem influenciar mais na tomada de decisões, já que na fase de construção as escolhas perdem a flexibilidade e limitam alterações para evitar prejuízos. Neste contexto, o BIM se apresenta como agente facilitador e catalisador dos estudos de ACV, atenuando as dificuldades identificadas e acelerando as resoluções inerentes em respeito às diretrizes sustentáveis.

A partir de [1] Wang, Shen e Barryman (2011) [2] Graf *et al.* (2012), [3] Grann (2012), [4] Jrade e Abdulla (2012) e [5] Marcos (2013), analisou-se a contribuição do BIM integrado às fases que demandam renovação nos procedimentos convencionais da ACV, em contraposição às dificuldades apresentadas no Quadro 1. A Figura 1 define em quais etapas os procedimentos da ACV incorporada ao BIM se tornam mais eficazes.

Figura 1 – Fases da Incorporação do BIM na ACV

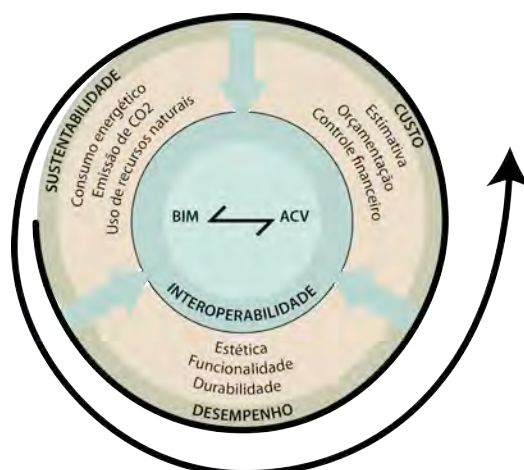


Fonte: Elaboração dos autores

A princípio é relevante destacar que o uso do BIM só é possível caso a definição e escopo do objeto a ser avaliado esteja bem delineado e seu inventário do ciclo de vida completo e disponível. Nos estudos, a Análise do ICV foi otimizada diante da preparação do banco de dados para estruturação de planilhas vinculadas [2] [4] [5], da inserção de parâmetros para correlação de cada componente construtivo com seu fator de consumo e emissão [2] [5] e da quantificação automatizada dos insumos do protótipo [1] [2] [3] [4] [5]. Na AICV, vantagens foram identificadas na extração automatizada dos dados [1] [2] [3] [4] [5], nas simulações de variáveis com visualização integrada [1] [2] e nas análises efetuadas no próprio modelo [1] [2]. Portanto, pode-se observar que a integração da ACV ao BIM garante a otimização de seus procedimentos, situação que impacta em uma eventual implantação da seguinte forma: (i) através da redução do retrabalho característico das ações convencionais da ACV, devido à eliminação das repetidas inserções de dados diante da automatização e parametrização do sistema; (ii) através do aumento da capacidade de simulações diretamente vinculadas ao projeto, permitindo uma gama maior de testes que contemplem a sustentabilidade dos materiais especificados; (iii) através desta variedade de testes que conduz a avaliações ambientais mais consistentes e eficientes; (iv) através da potencialização das etapas de estudo preliminar e anteprojeto as quais as alterações radicais são mais viáveis; (v) através do uso de um modelo digital único, no qual todos os agentes envolvidos no processo possuem a capacidade de acessar as informações.

Reforçando os aspectos pontuados, Crespo e Ruschel (2007), Santos (2012) e Eastman *et al.* (2014) abordaram como as interfaces automatizadas permitem o estabelecimento do fluxo de trabalho colaborativo, favorecendo a multidisciplinaridade e evitando as fragmentações na indústria. A Figura 2 destaca as principais variáveis deste diálogo, contemplando os aspectos socioeconômicos e ambientais do processo integrado.

Figura 2 – Pontos-chave do diálogo BIM x ACV



Fonte: Elaboração dos autores

Considerando o fluxo contínuo de dados e o envolvimento de diversos profissionais, é natural que a interoperabilidade esteja bem definida entre as ferramentas ACV e BIM, de forma a garantir a retroalimentação das informações para maior gama de simulações. Entretanto, as ferramentas disponíveis ainda não são inteiramente interoperáveis, quadro que torna a integração abordada um desafio. O trânsito eficaz das informações permite ao usuário avaliar três ou mais eixos relevantes em um projeto de edificação sustentável: (i) a etapa pré-operacional do ciclo de vida, que com o BIM é possível realizar os levantamentos quantitativos dos fatores considerados de forma automatizada; (ii) questões técnicas de desempenho, como estética, funcionalidade e durabilidade dos materiais e elementos contemplados no projeto; (iii) custo estimado dos materiais escolhidos. Desta forma, o diálogo abordado viabiliza o controle quantitativo e qualitativo das escolhas referentes à edificação, através do próprio modelo de construção virtual e integrado, e oferece a capacidade de pesar e testar parâmetros. É um cenário que conduz a uma revisão de conceitos sobre a relação entre os ambientes natural e construído, diante do acesso à informação ainda nos estágios preliminares de projeto e à manipulação consistente da edificação em ambiente virtual. Além da interoperabilidade para aprimoramento da integração, a prática de simulações ambientais em nível experimental é um desafio significativo para sua efetivação, já que está relacionado à mudança de cultura na cadeia produtiva da construção. Tanto a ACV, pouco aplicada por falta de conhecimento ou de especialistas, quanto o BIM, representam inovações nos processos de concepção e desenvolvimento da edificação e provocam, em um primeiro momento, um alto grau de resistência às suas implantações.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente artigo destacou as oportunidades criadas pela integração entre o BIM e o método de ACV. Esta integração abre possibilidade para uma série de desdobramentos nas etapas de projeto e planejamento de construções sustentáveis, já que ambos atuam de forma inovadora na cadeia produtiva da construção civil. A inovação demanda que haja mudança de cultura nos procedimentos convencionais e absorção de novos parâmetros de trabalho, devido à inserção da sustentabilidade em uma interface automatizada com banco de dados consistente, integrado e único. O BIM, desta forma, apresenta potencial para contribuir diretamente na redução dos impactos promovidos

pela indústria, através da elaboração de modelos facilitadores do fluxo de informações, geração de documentações, promoção de simulações e análises preliminares. A visão sistêmica propiciada pela integração colabora na antecipação da tomada de decisões e reflete nos campos socioeconômico e ambiental, favorecendo a etapa pré-operacional do ciclo de vida da edificação. Neste âmbito, as ferramentas devem ser interoperáveis para auxílio às fases de análise do inventário do ciclo de vida e avaliação dos impactos.

REFERÊNCIAS

- ANTÓN, L. A.; DÍAZ, J. Integration of LCA and BIM for Sustainable Construction. World Academy of Science, Engineering and Technology, **International Journal of Social, Management, Economics and Business Engineering**, v.8, n.5, p.1356-1360, 2014.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 14040: Gestão Ambiental – Avaliação do ciclo de vida – Princípios e estrutura**. Rio de Janeiro, 2009.
- 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.
- CONSELHO BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO SUSTENTÁVEL (CBCS) *et al.* Aspectos da Construção Sustentável no Brasil e Promoção de Políticas Públicas: Subsídios para a Promoção da Construção Civil Sustentável. 2014. Disponível em: < <http://www.brasil.gov.br/meio-ambiente/2014/11/estudo-tecnico-analisa-a-sustentabilidade-na-construcao-civil>>. Acesso: jan. 2015.
- CRESPO, C. C., RUSCHEL, R. C. Ferramentas BIM: um desafio para a melhoria no ciclo de vida do projeto. In: ENCONTRO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA CONSTRUÇÃO CIVIL, 3., 2007, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2007. p. 1-9.
- EASTMAN, C.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: Um guia de modelagem da informação da construção**. Porto Alegre: Bookman, 2014. 483 p.
- FINNVEDEN, G. *et al.* 2009. Recent developments in life cycle assessment. **Journal of Environmental Management**, v. 91, n.1, p. 1-21, 2009.
- GRAF, H. F.; MARCOS, M. H. C.; TAVARES, S. F.; SCHEER, S. Estudo de viabilidade do uso de BIM para mensurar impactos ambientais de edificações por energia incorporada e CO₂ incorporado. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., 2012, Juiz de Fora. **Anais...** 2012. v.1. p. 3571-3577.
- GRANN, B. **A Building Information Modeling (BIM) based lifecycle assessment of a university hospital building built to passive house standards**. 2012. 112 f. Dissertação (Master in Industrial Ecology) - Department of Energy and Process Engineering, Norwegian University of Science and Technology, Trondheim, 2012.
- JRADE, A.; ABDULLA, R. Integrating Building Information Modeling and Life Cycle Assessment tools to design sustainable buildings. In: INTERNATIONAL CONFERENCE OF CIB, 29., out. 2012, Beirut, Lebanon. **Proceedings...** Beirut, 2012.
- MARCOS, M. H. C. ; TAVARES, Sergio. Análise de Impactos Ambientais, na fase pré operacional da edificação, em habitações de interesse social, utilizando ferramenta CAD BIM. In: ENCONTRO LATINO AMERICANO DE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 2013. **Anais...** Curitiba: UFPR, 2013. v. 1. p. 1-9.
- MIYAZATO, T. ; OLIVEIRA, C. T. A. Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): aplicações e limitações no setor da construção civil. In: ENCONTRO NACIONAL E ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, V, III, 2009, Recife. **Anais...** Recife: ANTAC, 2009.

MOTTA, S. AGUILAR, M. T. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão e Tecnologia de Projetos**. v.4, n.1, maio 2009.

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, n. 1, p. 28-39, 2009.

PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO (PNUD). Objetivos de Desenvolvimento do Milênio: Garantir a Sustentabilidade Ambiental. 2014. Disponível em: <www.pnud.org.br/ODM7.aspx>. Acesso em: jan. 2015.

SANTOS, E. T. **BIM - Building Information Modeling: um salto para a modernidade na Tecnologia da Informação aplicada à Construção Civil**. In: PRATINI, E. F.; SILVA JUNIOR, E. E. A. (Org.). Criação, representação e visualização digitais: tecnologias digitais de criação, representação e visualização no processo de projeto. Brasília: Faculdade de Tecnologia da UNB, 2012. p. 25-62.

SILVA, B. V. da. **Construção de ferramenta para avaliação do ciclo de vida de edificações**. 2013. 145f. Dissertação (Mestrado em Energia) – Programa de Pós-Graduação em Energia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

SOARES, S. R., SOUZA, D. M. de, PEREIRA, S. W. A avaliação do Ciclo de Vida no Contexto da Construção Civil. In: SATTTLER, M. A., PEREIRA, F. A. R. **Construção e Meio Ambiente**. v.7. Habitare. Porto Alegre, 2006.

TAVARES, S. F. **Metodologia de Análise do Ciclo de Vida Energético de Edificações Residenciais Brasileiras**. 2006. 225 f. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

WANG, E.; SHEN, Z.; BARRYMAN, C. A Building LCA Case Study Using Autodesk Ecotect and BIM Model. In: ASC ANNUAL INTERNATIONAL CONFERENCE, 47., jan. 2011, Nebraska, Lincoln. **Proceedings...** Nebraska, 2011.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTÃO DE REQUISITOS COM APOIO DE TECNOLOGIAS BIM EM EMPREENDIMENTOS HOSPITALARES

BALDAUF, Juliana P. (1); SHIGAKI, Jeferson Shin-Iti (2); ETGES, Ana Paula B. S. (3); VILLAMAYOR IBARRA, José (4); TZORTZOPOULOS, Patrícia (5); FORMOSO, Carlos Torres (6)

(1) Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), (51) 33083518, e-mail: julipbaldauf@gmail.com, (2) UFRGS, e-mail: js_shigaki@yahoo.com.br, (3) UFRGS, e-mail: anabsetges@gmail.com, (4) UFRGS, e-mail: josevillamayor86@gmail.com, (5) University of Huddersfield, e-mail: p.tzortzopoulos@hud.ac.uk, (6) UFRGS, e-mail: formoso@ufrgs.br

RESUMO

A gestão eficaz de requisitos do cliente pode potencialmente aumentar a geração de valor através da melhoria da qualidade do projeto e, com isso, contribuir com o aumento do nível de satisfação dos usuários. No caso de edificações para o setor da saúde, a gestão de requisitos permite minimizar alguns dos problemas inerentes a estes empreendimentos. Dentre as complicações deste ambiente construtivo, ressaltam-se: o longo tempo para aprovação de projetos nas prefeituras devido à quantidade de normas e leis relacionadas a este ambiente; problemas de compatibilização entre as diferentes disciplinas de projeto; alteração do staff e, por consequência, alteração dos requisitos. Este artigo é uma continuidade de pesquisa anterior e está focado na implementação do método para modelagem de requisitos de clientes de empreendimentos hospitalares com uso de ferramentas BIM. Assim uma das principais contribuições do estudo refere-se à identificação das potencialidades da implementação do método para a efetiva gestão de requisitos em projetos complexos.

Palavras-chave: Gestão de requisitos, Implementação de BIM, Empreendimentos hospitalares.

ABSTRACT

The effective client's requirements management can potentially increase the value generation by improving the project quality and, therefore, it can contribute to increase the users' level of satisfaction. In case of healthcare buildings, the requirements management minimizes some of the problems related to this type of projects. Some of the main issues to be highlighted are: the projects' approval time in city councils due to the amount of rules and regulations related to this environment; coordination problems among different design disciplines; the routine changing staff that results in requirements' modifications. This paper is an extension of a previous research and it is primarily focused on the implementation of a method for modeling clients' requirements in healthcare buildings with the use of BIM tools. Thus, one of the main contributions of this study addresses to the identification of potentialities for the method's implementation, in order to manage the clients' requirements in complex projects.

Keywords: Requirements management, BIM implementation, Healthcare buildings.

1 INTRODUÇÃO

Ambientes hospitalares e da saúde têm sido discutidos por profissionais da arquitetura, design e provedores da saúde. Acredita-se que projetos adequados desses ambientes sejam capazes de contribuir para melhores resultados terapêuticos. Além disso, projetos

de empreendimentos da saúde reemergiram como foco de debate sobre terapia, tendo em vista os desafios para entregar edifícios de alta qualidade, que acomodem com sucesso intervenções clínicas e tecnologias médicas complexas ao mesmo tempo em que forneçam ambientes mais humanos. (TZORTZOPOULOS et al., 2005).

Para fornecer ambientes com maior qualidade e que atendam as necessidades e expectativas dos clientes, diversos autores apontam a importância de despender mais esforços na gestão de requisitos dos clientes e, assim, lidar com diferentes problemas relacionados aos empreendimentos da construção, tais como: (a) existência de conflitos de interesse entre os diferentes clientes dos empreendimentos (KAMARA et al., 1999; KIVINIEMI; FISCHER, 2004); (b) dificuldade de explicitação dos requisitos por parte dos clientes envolvidos, grande quantidade e complexidade das informações sobre empreendimentos (KIVINIEMI; FISCHER, 2004); (c) inadequado foco no cliente e tempo insuficiente para o desenvolvimento do programa de necessidades (KAMARA; ANUMBA; EVBUOMWAN, 2001; BARRETT; STANLEY, 1999).

No entanto, as pesquisas sobre gestão de requisitos do cliente relacionadas à indústria da construção tem enfatizado principalmente o processo de desenvolvimento do programa de necessidades ou estão focadas no uso de ferramentas específicas, como desdobramento da função qualidade (QFD). Dessa forma, o uso de *Building Information Modeling*¹ (BIM) parece ser uma alternativa para apoio à gestão de requisitos dos clientes, uma vez que é capaz de conectar diferentes tipos de informação com os modelos de produtos (KIVINIEMI, 2005; KOPPINEN et al., 2008). A conexão entre requisitos e o modelo do produto com uso de BIM foi definida por Baldauf (2013) como a modelagem dos requisitos dos clientes e deve ser compreendida como parte da gestão de requisitos uma vez que a primeira, por ser mais restrita, apenas estabelece diretrizes para realizar a conexão e representação dos requisitos no modelo do produto (BALDAUF, 2013), enquanto que a gestão de requisitos é a função que envolve os processos de gerenciar, controlar e refinar requisitos enquanto o produto está em desenvolvimento (BRUCE; COOPER, 2000).

Assim, este trabalho é uma continuidade da pesquisa precedente e busca aplicar o método para modelagem de requisitos com uso de BIM em empreendimentos Hospitalares. A gestão e modelagem de requisitos dos clientes para esta pesquisa é percebida como um dos meios para gerar valor para os clientes desses empreendimentos.

1.1 Gestão de requisitos do cliente

Os requisitos dos clientes se referem aos seus objetivos, necessidades, desejos e expectativas e constituem a fonte primária de informação para o projeto (KAMARA et al., 2001). A elicitação e apresentação dos requisitos do cliente são realizadas pelo processo de desenvolvimento do programa de necessidades, que de acordo com Barrett e Stanley (1999) deve ser visto como um processo em curso durante todo o empreendimento, por meio do qual os requisitos dos clientes são progressivamente capturados e traduzidos em soluções de projeto. Considerando que os requisitos podem entrar em conflito, Kiviniemi e Fischer (2004) apontam que a equipe de projeto deve priorizar e fazer análises de *trade-offs*² entre eles, criando a necessidade de atualizá-los

¹ BIM pode ser traduzido como Modelagem de Informações para a Construção.

² *Trade-offs* são escolhas realizadas durante a tomada de decisão. A partir desse tipo de escolha, geralmente se perde uma qualidade ou aspecto de algo, mas se ganha em troca outra qualidade ou aspecto.

e, portanto, de gerenciar e documentar as mudanças dos mesmos nas soluções de projeto.

Na prática atual de desenvolvimento de produto é comum que o seu processo evolutivo bem como o feedback dos clientes sejam considerados apenas implicitamente, ou ainda, ignorados (JIAO e TSENG, 1999), enquanto poderiam ser utilizados na captura e elicitação de requisitos importantes. Kiviniemi (2005) discorre sobre a origem da ineficiência na execução de projetos propondo que a grande causa não está na falta de habilidade dos projetistas envolvidos, mas sim, na dificuldade em lidar com um volume extenso de requisitos e, principalmente, de gerenciá-los. Além disso, observa-se que a falta de ligação entre os requisitos e os documentos de projeto, juntamente com o impacto da evolução dos requisitos ao longo do tempo e existência de requisitos indiretos, dificultam o atendimento real dos requisitos ao longo do processo de projeto (KIVINIEMI e FISCHER, 2004). Por esse motivo Nawari (2012) constata que se torna cada vez mais crítica a necessidade de automatizar o processo de verificação de requisitos (*code checking*).

1.2 Aplicação de BIM em empreendimentos da saúde

Uma aplicação bastante discutida atualmente sobre BIM em ambientes da saúde se resume na integração do desenvolvimento do empreendimento com a gestão de operação e manutenção. A gestão eficaz das instalações hospitalares é necessária para manter o menor impacto possível sobre as atividades clínicas que elas abrigam (LUCAS, 2012).

Além da aplicação de BIM para gestão de operação e manutenção, autores como Manning e Messner (2008) sugerem que o uso de BIM durante as fases de programação de empreendimentos da saúde pode trazer benefícios, tais como: (a) rápida visualização; (b) aumento de informação disponível para apoiar decisões a montante do processo de desenvolvimento; (c) atualização mais rápida e precisa de mudanças no desenvolvimento conceitual; (d) aumento da comunicação entre os desenvolvedores do projeto; (e) melhoria da confiança na completude do escopo a ser seguido; e (f) disponibilização de informação precisa em relação às instalações (*as-built*), a qual torna-se importante para reformas futuras.

2 MÉTODO

Para o desenvolvimento deste estudo será adotada a estratégia de pesquisa construtiva (*Constructive Research* ou *Design Science Research*). A pesquisa construtiva se caracteriza por ser um procedimento de pesquisa para produção do conhecimento através de construções inovadoras, cujo objetivo é solucionar os problemas enfrentados no mundo real e contribuir para a teoria das disciplinas nas quais é aplicada (LUKKA, 2003). As construções inovadoras são denominadas de artefatos, tais como modelos, diagramas, planos, estruturas organizacionais, produtos comerciais, projetos de sistemas de informação (LUKKA, 2003), ou ainda, métodos, constructos ou *instantiations*³ (MARCH; SMITH, 1995).

Dessa forma, nesta pesquisa foi realizada a implementação de um artefato proposto em pesquisa anterior. Esse artefato, o método para modelagem de requisitos com uso de ferramentas BIM, foi testado em empreendimentos hospitalares. Assim, esta pesquisa

³ A melhor tradução para *instantiations* é instanciação, e é entendida nesta pesquisa como teste ou implementação do artefato proposto

foi desenvolvida em três etapas. A etapa inicial da pesquisa foi focada na identificação e compreensão do problema real. Para isso, foram realizadas duas entrevistas com os principais clientes envolvidos no processo de desenvolvimento de empreendimentos do setor da saúde de um Hospital público. A primeira entrevista realizada como o chefe do Serviço de Engenharia, o Engenheiro da Seção de Controle de Obras e Projetos, a arquiteta chefe e três arquitetos da Seção de Projetos. A segunda entrevista realizada apenas com a arquiteta chefe da Seção de Projetos. Por meio das entrevistas e análise de documentos foi possível compreender como funciona o setor de engenharia deste hospital de Porto Alegre, bem como, a compreensão do PDP. Assim, foi possível identificar as principais dificuldades desse processo e os principais clientes envolvidos.

Na segunda etapa foi realizada a modelagem de requisitos com uso de ferramentas BIM. Para reduzir o escopo da pesquisa, nessa etapa foi selecionado um setor específico de umas das novas edificações (Anexo 1) que será construída junto ao Hospital existente. O setor selecionado do Anexo 1 foi o de Internação Intensiva. Inicialmente foram identificados um conjunto de requisitos e, em seguida, os mesmos foram estruturados em planilhas eletrônicas do Excel. Em paralelo foi feita a modelagem do projeto arquitetônico do Anexo 1 no software Autodesk Revit[®] a partir do projeto desenhado no software AutoCad[®]. Na sequência, os requisitos foram inseridos no software dRofus[®] e os espaços definidos nesse software de gestão de requisitos foram conectados com os espaços criados no modelo do produto (setor de Internação intensiva). Com isso, foi possível realizar verificações da aderência dos requisitos cadastrados no dRofus[®] com os objetos BIM modelados no Autodesk Revit[®].

Na terceira etapa da pesquisa foi avaliado o potencial de implementação do método para a gestão e modelagem de requisitos de clientes de empreendimentos hospitalares. Cabe ressaltar que esta avaliação foi realizada apenas entre os pesquisadores envolvidos no estudo, sendo necessária uma posterior avaliação por parte da equipe de engenharia do Hospital a respeito da utilidade e aplicabilidade do método para a gestão e modelagem de requisitos de clientes de empreendimentos hospitalares.

3 RESULTADOS

3.1 Identificação das principais dificuldades no PDP

Além da compreensão do PDP e da identificação dos principais clientes envolvidos, a partir das entrevistas foi constatado que o PDP apresenta algumas dificuldades, tais como: (a) falta de compatibilização de projetos; (b) elevado número de solicitações de alteração de projeto por parte dos usuários, mesmo depois de aprovado pelos mesmos; (c) longo tempo para aprovação de projetos nas prefeituras devido à grande quantidade de normas e leis relacionadas à área da saúde; (d) alteração do staff e por consequência alteração dos requisitos; (e) falta um processo estruturado de tomada de decisão; (f) cultura de Gestão de projetos não está totalmente disseminada na empresa; (g) deficiência de definição de papéis/responsabilidades; (h) dificuldade da integração entre os diversos setores da empresa; (i) elevada quantidade de requisitos provenientes de diferentes clientes (pacientes, acompanhantes, staff e transeuntes em geral).

3.2 Processo de modelagem e verificação de requisitos

Para o desenvolvimento deste estudo foram realizadas etapas do processo de modelagem de requisitos, as quais incluem, segundo Baldauf (2013), a identificação de

requisitos dos clientes, estruturação e a conexão dos requisitos estruturados com o modelo do produto.

3.2.1 Identificação, estruturação de requisitos e modelagem do produto

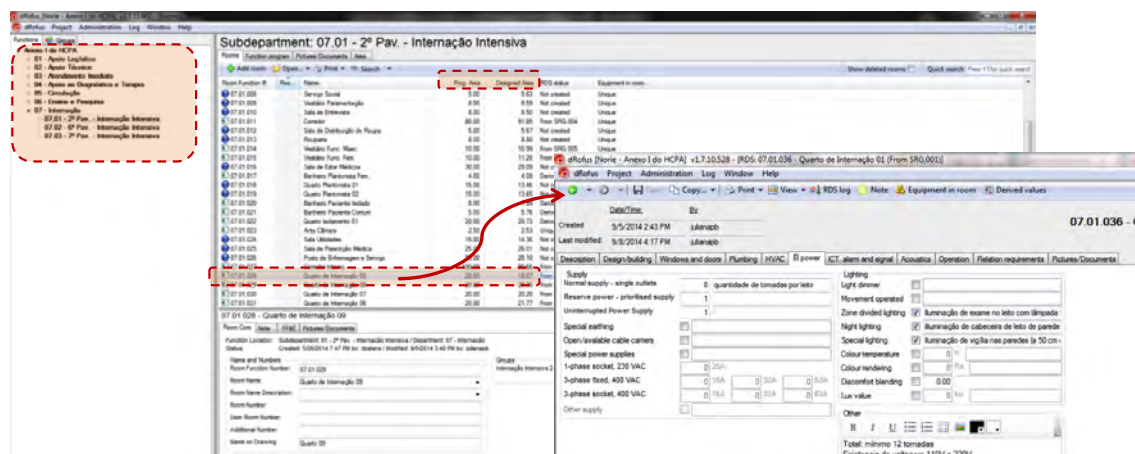
Para este estudo, a identificação de requisitos foi limitada à legislação e recomendações técnicas orientadas ao projeto. Em particular, foram abordados requisitos especificados por códigos municipais, normas técnicas, resoluções do Ministério da Saúde, os quais possuíam normas regulamentadoras para projetos hospitalares, bem como, informações sobre a distribuição de equipamentos e instalações internas para o setor de Internação Intensiva. Os requisitos do corpo clínico, staff administrativo, pacientes, acompanhantes, requisitos provenientes da estatística interna do Hospital, requisitos das equipes de projetistas e dos diversos serviços prestados no Hospital não foram considerados. Para facilitar o armazenamento de requisitos no dRofus[®] foram estruturados em planilha eletrônica os espaços do setor de Internação Intensiva, seus requisitos de área, equipamentos, instalações e alguns requisitos específicos. Além disso, foram feitos agrupamentos de espaços para otimizar a atividade de inserção dos requisitos e reduzir o número de iterações.

A partir do projeto executivo (formato CAD) disponibilizado pela equipe de Seção de Projetos do Hospital foi gerado no software BIM Autodesk Revit[®] o modelo do Anexo 1 com nível de detalhe simplificado (LOD200) e o setor de Internação Intensiva foi desenvolvido com nível maior de detalhe⁴ (LOD300). O Anexo 1 possui 10 pavimentos e área total de 53.981,65m², enquanto o setor de Internação Intensiva encontra-se no 2º pavimento, o qual possui área total de 4.685m².

3.2.2 Hierarquização dos espaços e armazenamento dos requisitos no dRofus[®]

O dRofus[®] é organizado em departamentos e subdepartamentos conforme a Figura 1. Os departamentos foram criados e nomeados conforme as partes do produto do Anexo 1 (01 Apoio logístico, 02 Apoio Técnico, 03 Atendimento Imediato, 04 Apoio ao Diagnóstico e Terapia, 05 Circulação, 06 Ensino e Pesquisa e 07 Internação) na coluna da esquerda da Figura 1.

Figura 1: Hierarquização de ambientes do setor de Internação Intensiva



O departamento “Internação” é composto pelos subdepartamentos Internação Intensiva dos pavimentos 2, 6 e 7. O subdepartamento “2º Pav. Internação Intensiva”, por

⁴ Os diferentes níveis de detalhe foram definidos pelos pesquisadores

exemplo, é configurado por espaços⁵, como, por exemplo, “Quarto de Internação 09” (coluna da direita da Figura 1). Ao selecionar um dos espaços, o software abre uma janela denominada *Room Data Sheet*⁶ (RDS) (Figura 1), na qual são inseridos os requisitos a respeito dos espaços.

Na sequência, foi realizado o agrupamento de ambientes afins no segundo pavimento, sendo utilizada para isto a aba “*Groups*”, de forma a facilitar o preenchimento dos requisitos na RDS e também para auxiliar na visualização dos setores associados. Foram criados, por exemplo, grupos para os “quartos de internação”, contendo 10 espaços e “áreas úmidas”, contendo 6 espaços.

3.2.3 Geração de RDS (*Room Data Sheet*), inserção de mobiliário e equipamentos nos espaços

Para associar espaços com requisitos similares foram criados os *templates* de RDS. Qualquer alteração que se pretende realizar nos requisitos desses espaços precisará ser feita diretamente na *template*. Além disso, uma RDS pode ser criada de forma única, e com isso, os espaços criados através dela poderão ser editados sem alterar os requisitos dos demais. Outra possibilidade é criar RDS derivadas de *templates*, onde as alterações realizadas nos requisitos de um dos espaços não afetará os demais, contudo eles possuirão informações base idênticas. Foi criado um template de RDS para os quartos de internação comuns e criação posterior da RDS derivado para o quarto de isolamento, adicionando-se neste último, requisitos específicos. Em seguida, criou-se no software uma lista de mobiliário e equipamentos, intitulada no dRofus *Furniture, Fixtures and Equipment* (FF&E) para cada espaço. No caso particular dos espaços com mobília e equipamentos similares, foram criados *templates* de FF&E e derivações das mesmas.

3.2.4 Conexão de espaços e equipamentos do modelo Revit e dRofus

Com a modelagem do produto, os espaços e equipamentos criados no modelo do Revit foram conectados com os espaços e equipamentos planejados no dRofus. No exemplo da Figura 2, os equipamentos do “Quarto 8” modelado no Revit foram conectados com os equipamentos criados no dRofus. Com isso, alterações nos equipamentos (no modelo em Revit) podem ser automaticamente atualizados no dRofus. Nesse espaço percebe-se que não foram projetados dois móveis (mesa auxiliar de internação e pia circular simples) conforme indicação com linha tracejada vermelha da Figura 2.

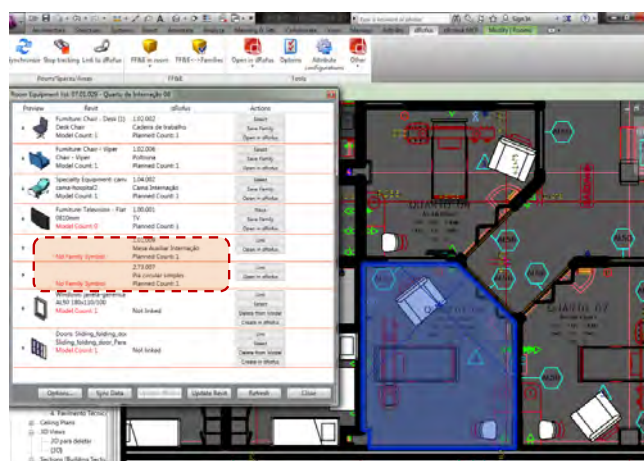
Como resultado da sincronização, o dRofus é capaz de fazer a leitura das áreas projetadas no modelo e compará-las com as áreas programadas de cada espaço. Para inserir as áreas programadas no dRofus foram consideradas as especificações mínimas normativas e experiências de uso, e a partir disto fez-se uma análise de atendimento dessas áreas programadas com as que foram projetadas no modelo. Com isso, foi verificado um percentual de 77% de áreas projetadas iguais às que estavam planejadas e 23% de áreas não correspondentes ao que estava planejado. No que diz respeito à quantidade de áreas projetadas menores do que às programadas em relação à área projetada, encontrou-se 28,47 m² de áreas que estão menores do que as áreas programadas de acordo com a área total prevista de 699,9m². Além disso, foi analisada a soma de áreas que estão superiores a área programada, o que pode remeter a um gasto ou uma perda devido à construção de áreas não demandadas. Este indicador somou 43,45 m². Comparando-se as diferenças de áreas entre o modelo no Revit e o desenho

⁵ No *software* a palavra espaços é denominada *Rooms*

⁶ A melhor tradução para *Room Data Sheet* (RDS) é Planilha com informações dos espaços.

no AutoCad, obteve-se uma variação de 29,20 m² de áreas maiores e de 33,13 m² de áreas menores no Revit em relação ao AutoCad. Entre as hipóteses motivadoras destas diferenças, tem-se: a edição manual de áreas no AutoCad; a consideração de espessuras padrão de parede no AutoCad não rigorosamente igual ao especificado no memorial descritivo, enquanto o Revit utiliza espessuras reais de especificação; a interpretação de limites de áreas dos ambientes sem paredes e a precisão do desenho/modelagem. Dessa forma, devem ser observadas, em especial, as variações negativas em relação às áreas programadas, as quais podem não atender o mínimo requerido para determinado espaço ou dificultar o seu uso e operação. Ainda assim, vale a análise de variação positiva, pelo fato de que esta pode representar custo adicional ao previsto para a execução do empreendimento. É importante salientar que foi necessário salvar uma versão separada do modelo contendo subsolos, térreo e 2º pavimento já que não foi possível abrir o modelo completo do Anexo 1 no dRofus devido ao tamanho do arquivo IFC. Com a eliminação dos demais pavimentos o arquivo foi reduzido em 80% do tamanho original.

Figura 2: Vinculação de equipamentos/ mobiliário entre Revit e dRofus



3.2.5 Verificação de requisitos (*code-checking*)

O software dRofus possibilita realizar algumas verificações simultâneas de parâmetros. Entretanto, apenas requisitos de caráter quantitativo podem ser verificados automaticamente, tais como, requisitos de áreas, pé-direito, quantitativos de equipamentos. Além disso, a verificação reduz-se a estabelecer manualmente se os valores técnicos quantitativos exigidos para um equipamento, por exemplo, estão acima ou abaixo dos requisitos exigidos pelos espaços associados na RDS.

4 CONCLUSÕES

A complexidade de ambientes hospitalares induz a necessidade de buscar-se um aprimoramento nos métodos e ferramentas que viabilizem melhores soluções no âmbito de atendimento assistencial, bem como de projetos adequados às especificações que os serviços hospitalares exigem. Assim, a presente pesquisa salientou a importância de gerenciar os requisitos dos clientes de empreendimentos hospitalares a fim de auxiliar na tomada de decisão e possibilitar o desenvolvimento de melhores soluções de projeto.

A implementação do método para modelagem de requisitos com uso de BIM em empreendimentos hospitalares foi percebido pelos pesquisadores como uma tarefa importante para apoio na tomada de decisão dos diferentes envolvidos no processo de

desenvolvimento de projetos e, com isso, auxiliar na geração de valor através do atendimento das necessidades e expectativas dos clientes. Entretanto, percebe-se que a implementação do BIM na gestão de requisitos exige, anteriormente, uma revisão de processos e a elaboração de um roteiro para racionalizar tarefas e registrar lições aprendidas, de maneira a evitar retrabalhos. Além disso, implementações pontuais normalmente não apontam grandes benefícios em relação aos métodos tradicionais de desenvolvimento de projetos, e como consequência não geram incentivos suficientes para sua adoção.

Dentre as limitações da pesquisa, ressalta-se que não foi possível a utilização de processos de verificação automática de requisitos (*code checking*) para todos os espaços e equipamentos, uma vez que não foram coletados dados suficientes de informações sobre os requisitos desses ambientes. Assim, trabalhos posteriores poderiam analisar as relações de *trade-off* entre a melhoria no nível de detalhe dos projetos e as dificuldades de utilização de verificação automática de requisitos, considerando a possibilidade de reduzir tempo e recursos no processo de desenvolvimento de projetos e na gestão de requisitos.

REFERÊNCIAS

- BALDAUF, J. P. **Proposta de método para modelagem de requisitos de clientes de Empreendimentos Habitacionais de Interesse Social usando BIM**. 2013. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, UFRGS, Porto Alegre, 2013.
- BARRETT, P; STANLEY, C. **Better Construction Briefing**. Wiley-Blackwell; 1 edition, 1999.
- BRUCE, M.; COOPER, R. **Creative Product Design: a practical guide to requirements capture management**, John Wiley, Chichester, UK, 2000.
- JIAO, J.; TSENG, M. A requirement management database system for product definition. **Integrated Manufacturing Systems** 10/3 (1999) 146-153.
- KAMARA, J.M.; ANUMBA, C.J.; EVBUOMWAN, N. Assessing the suitability of current briefing practices in construction within a concurrent engineering framework. **International Journal of Project Management** 19 (2001) 337-351.
- KIVINIEMI, A. **Requirements Management Interface to Building Product Models**. Dissertation submitted to the department of civil and environmental engineering and the committee of graduate studies of Stanford University, 2005
- KIVINIEMI, A; FISCHER, M. **Requirements Management Interface to Building Product Models**. 2004.
- KOPPINEN, T. *et al.* Putting the Client in the Back Seat: philosophy of the BIM guidelines. In: JOINT CIB CONFERENCE, Helsinki, 2008. **Proceedings...** Helsinki, 2008. p. 391-404.
- LUCAS, J. **An Integrated BIM Framework to Support Facility Management in Healthcare Environments**. (PhD Thesis), Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, 2012.
- LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In: OJALA, L.; HILMOLA, O.-P. (Eds.). **Case Study Research in Logistics**. Turku: Turku School of Economics and Business.
- MANNING, R.; MESSNER, J. **Case studies in BIM implementation for programming of healthcare facilities**. ITcon Vol. 13 (2008), pg. 446-457.
- MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and Natural Science Research on Information Technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251-266, dez 1995.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

NAWARI, O. **Automated Code Checking in BIM Environment**. 14th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering, Moscow, 2012

TZORTZOPOULOS, P.; CHAN, P.; Cooper, R. **Requirements management in the design of primary healthcare facilities**. Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia de Construção, 2005.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTIÓN VISUAL DEL SISTEMA LAST PLANNER MEDIANTE EL MODELADO BIM

ORIHUELA, Pablo (1); CANCHAYA, Luis (2); RODRIGUEZ, Edinson (3)

(1) Profesor Principal PUPC, Gerente General Motiva SA., porihuela@motiva.com.pe (2) Ingeniero de producción Consorcio Italfip -Motiva, lanchaya@motiva.com.pe, (3) Ingeniero de Producción, Consorcio Italfip -Motiva, erodriguez@motiva.com.pe

RESUMEN

Una de las principales herramientas del Lean Construction es el LastPlanner, esta nos dice que la planificación de las obras no la debemos hacer en el escritorio para luego hacerlas cumplir en el campo, sino que debemos hacerla ahí, en forma progresiva y conjuntamente con los lastplanners, es decir, con los proveedores que participan en la fase de obra en la que nos encontramos, con el maestro de obra, con los subcontratistas y con los obreros quienes son los que ejecutan la última asignación. De esta manera, la programación no se impone o empuja para que se cumpla aguas abajo (Push), sino que desde abajo, desde la cancha, se jalan los recursos justos y necesarios para que lo planificado se pueda cumplir (Pull). El presente artículo propone el uso de la gestión visual como apoyo al Sistema LastPlanners (LPS), para esto se genera un modelo BIM el cual se va completando de acuerdo a la secuencia del LPS. De esta forma se vinculan dos herramientas poderosas, el modelado 3D y 4D de la filosofía BIM y el LPS de la filosofía Lean Construction, generándose así una sinergia al ser usadas en forma conjunta.

Palabras-clave: Control de Producción, LastPlannerSystem, BIM, Gestión Visual.

ABSTRACT

The Last Planner System, one of the main tools of Lean Construction, indicates that we should not develop a construction work plan at the office and then pretend to enforce it on the field; we should progressively work on the field alongside the last planners, which are the main suppliers participating in the current construction phase, the foreman, subcontractors and the workers who ultimately carry out the assignments. This way, the planning is not imposed or pushed (PUSH) downstream for its completion; on the contrary, all resources necessary to go ahead with the plan should be pulled (PULL) from the bottom up, from the field. This article proposes the use of Visual Management as support to the Last Planner System (LPS), through a BIM model that gradually completes depending on LPS stages. This way, two powerful tools—3D and 4D modelling from the BIM philosophy and LPS from the Lean Construction philosophy—are linked, creating synergy when used together.

Keywords: ProductionControl, LastPlanners System, BIM, Visual Management

1 INTRODUCCIÓN

El LastPlannerSystem (LPS) probablemente sea una de las técnicas de mayor aceptación por las empresas constructoras que comienzan a adoptar la filosofía Lean Construction, esta nos dice que la planificación de las obras se debe realizar con los involucrados en ella; es decir, con el maestro, con los principales proveedores, con los subcontratistas, con los responsables de cuadrilla y los propios

obreros que ejecutan la última asignación, son todos ellos a quienes se les denomina los lastplanners.

En la comunidad Lean, es conocida la frase que para desarrollar el LPS tan solo es necesario lápiz, papel, borrador, stickers y fotocopias, tanto para pequeños y grandes proyectos (Mossman, 2013); sin embargo, durante las reuniones de coordinación en las diferentes etapas del LPS, nos referimos en todo momento a los elementos que planificamos construir, hablamos de su ubicación física, formas, encuentros con otros elementos, especificaciones técnicas, secuencias y fechas de ejecución; para ello, en la práctica, nos apoyamos fundamentalmente en los planos y en una plantilla electrónica como el de Microsoft Excel.

Los planos de construcción frecuentemente están incompletos, no coordinados entre las diferentes disciplinas, son difíciles de leer no están actualizados, (Mourgues, 2008). En las reuniones de lastplanner muchos de los involucrados (a todo nivel), no llegan a visualizar adecuadamente los elementos de una estructura sino hasta que esta es construida, por ello los medios que deben usarse para la comunicación durante estas coordinaciones deben lograr una transmisión precisa, sencilla, clara y amigable.

El presente artículo propone el uso de la gestión visual como apoyo a la comunicación con los lastplanners, esta visualización se genera desde un modelo BIM el cual se va completando de acuerdo a la secuencia del LPS. De tal forma que vinculamos dos herramientas poderosas: El modelado 3D y 4D de la filosofía BIM y el LastPlanner de la filosofía Lean Construction; generando una sinergia al ser usadas en forma conjunta.

2 LAST PLANNER SYSTEM (LPS)

Como se sabe el LastPlanner tiene 5 fases o componentes: El Plan Maestro, donde se fijan los hitos del proyecto (Ballard, 2009); el PhaseScheduling, que es la bisagra que une el Plan Maestro con el Control de Producción (Ballard, 2009) y donde se logran los compromisos; el Lookahead, donde se realiza un programa de asignaciones potenciales para las siguientes semanas (Ballard, 2000); la Programación Semanal, donde se promete el planeamiento al mayor nivel de detalle antes que los obreros lleven a cabo sus labores (Choo, et al, 1999); y la Retroalimentación y Aprendizaje, donde se mide el cumplimiento de lo prometido, se identifican las causas de no cumplimiento y se retroalimenta la programación de las futuras semanas.

3 BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)

Esta nueva filosofía de trabajo, tiene muchas definiciones, por ejemplo: “Un Modelo de Información del Edificio (BIM), es una representación digital de las características físicas y funcionales de una instalación. Este modelo puede representar vistas – ya sea en forma gráfica, textual o tabular – del edificio desde el punto de vista de cualquier profesional: Arquitectos, ingenieros proyectistas, fabricantes, agentes financieros, contratistas generales, entre otros. Como tal, sirve como fuente de conocimiento compartido para obtener información sobre la instalación, formando una base confiable para tomar decisiones a lo largo del ciclo de vida del edificio, desde su concepción hacia adelante”. (National BIM Standards Part 1).

4 LA SINERGIA LEAN Y BIM

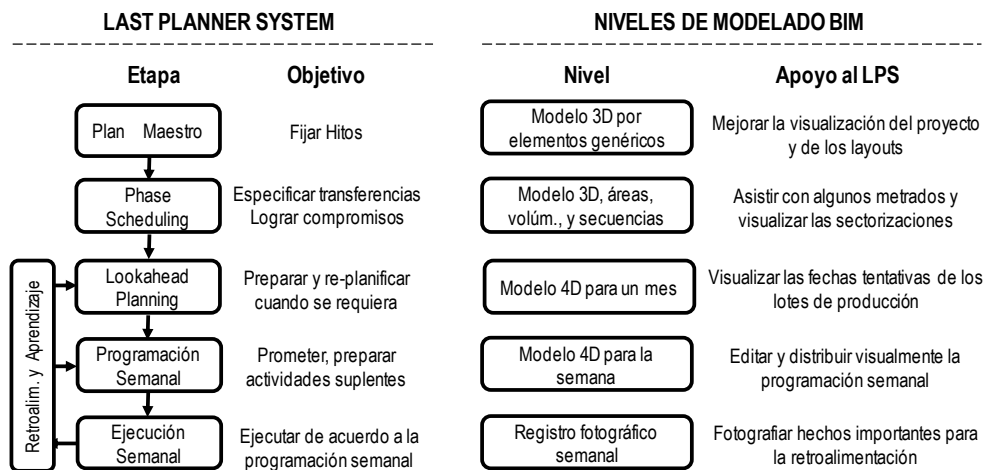
Lean Construction y Building Information Modeling (BIM) están efectuando cambios fundamentales en la industria de la Arquitectura, Ingeniería y Construcción; mientras

que los dos son conceptualmente independientes y separados, parece que hay sinergias entre ellas que se extienden más allá de la naturaleza esencialmente circunstancial de su madurez simultánea (Sackset al, 2011)

El uso de la metodología BIM conlleva a reducir pérdidas y re-procesos en las diferentes fases de un proyecto: En la Definición del Proyecto, permite evaluar con mayor eficiencia los diferentes partidos arquitectónicos; en el Diseño, nos facilita el trabajo multidisciplinario evitando las iteraciones negativas y re-procesos; en el Abastecimiento, nos ayuda con los metrados y presupuestos; en la Ejecución y Control, nos ayuda con la visualización de los procesos y la mejora de comunicación con los last-planners; y en el Uso, nos puede facilitar la capacitación de los usuarios en el mantenimiento. Es por eso que existe una estrecha relación entre LEAN y BIM (Fuentes, 2014).

En la Figura 1, presentamos una propuesta de esta sinergia que resulta de vincular las etapas del LPS con diferentes niveles de un modelo BIM.

Figura 1. Apoyo del modelado BIM al desarrollo del Last Planner System



Fuente: Elaboración propia (2015)

4.1 Plan Maestro y Modelo 3D con elementos genéricos

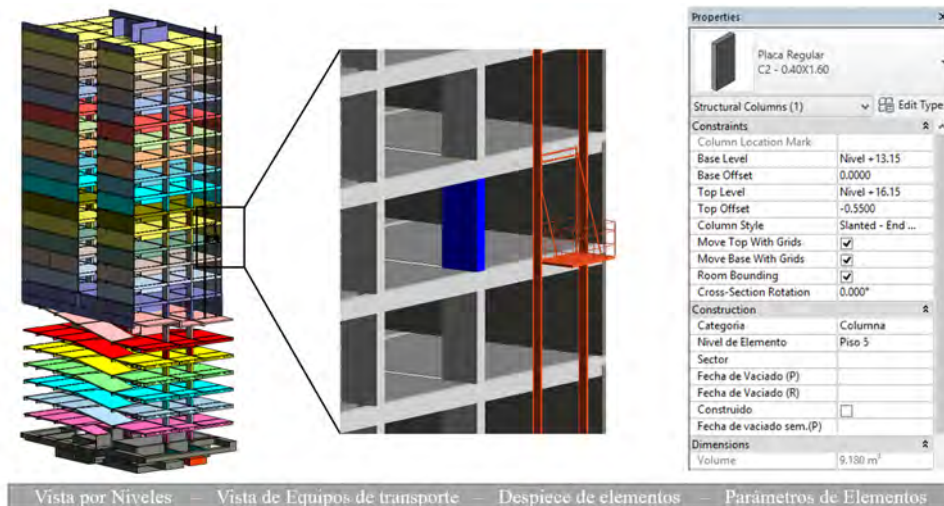
En el momento de la elaboración del Plan maestro, debemos contar con un modelo BIM-3D, el cual debería venir conjuntamente con la documentación del diseño; para nuestro objetivo, es suficiente que este modelo cuente con un adecuado nivel de despiece que considere el proceso constructivo y con información genérica de sus elementos.

Por ejemplo, en un edificio de concreto armado, el modelado de los elementos verticales debe contemplar las alturas de vaciado hasta el fondo de viga o fondo de losa, además de considerar que estas uniones deberán ser cuantificadas como elemento horizontal en los metrados de encofrado y concreto. Los elementos correspondientes a las vigas y losas deben ser modelados por tramos, considerando que estas no serán construidas monóticamente, sino que deben obedecer a la sectorización en lotes de producción los cuales deben “cortarse” en coordinación con las recomendaciones estructurales.

Los componentes deberán contener parámetros que nos permitan identificarlos; inicialmente se puede ingresar la información básica y posteriormente se deberá complementar de acuerdo a las etapas de la programación según el LPS. Este modelo nos permitirá visualizar con mucho más eficiencia el proyecto que vamos a programar,

así también podemos incorporar algunos elementos externos de importancia para elegir la mejor sectorización, como la disposición de maquinaria, equipos y espacios para la logística y almacenamiento. La Figura 2, muestra un ejemplo de parámetros básicos de un elemento vertical en la etapa de estructuras.

Figura 2. Modelo 3D en el Plan Maestro



Fuente: Elaboración propia (2015)

4.2 PhaseSchedulingy Modelo 3D con metrados

La velocidad de la superestructura, está marcada por la velocidad del pórtico, que es la que constituye la primera línea de balance (Orihuela y Estebes, 2013), por ello el modelo debe ofrecernos por lo menos los metrados de encofrado y concreto de los elementos estructurales verticales y horizontales, considerando además los diferentes tipos de concreto; por lo tanto, en esta etapa, el modelado ya debe ser capaz de presentar las diferentes alternativas de los lotes de producción y sussecuencias de ejecución.

Las armaduras de acero de refuerzo son quizás los elementos más complicados de modelar; sin embargo, se espera y confía que pronto los nuevos *softwares* hagan fácil esta tarea. Respecto a las instalaciones sanitarias y eléctricas, estas generalmente no constituyen cuellos de botella en la programación, por lo que se acostumbra a considerar que estas acompañarán sin problemas el ritmo de avance de la estructura.

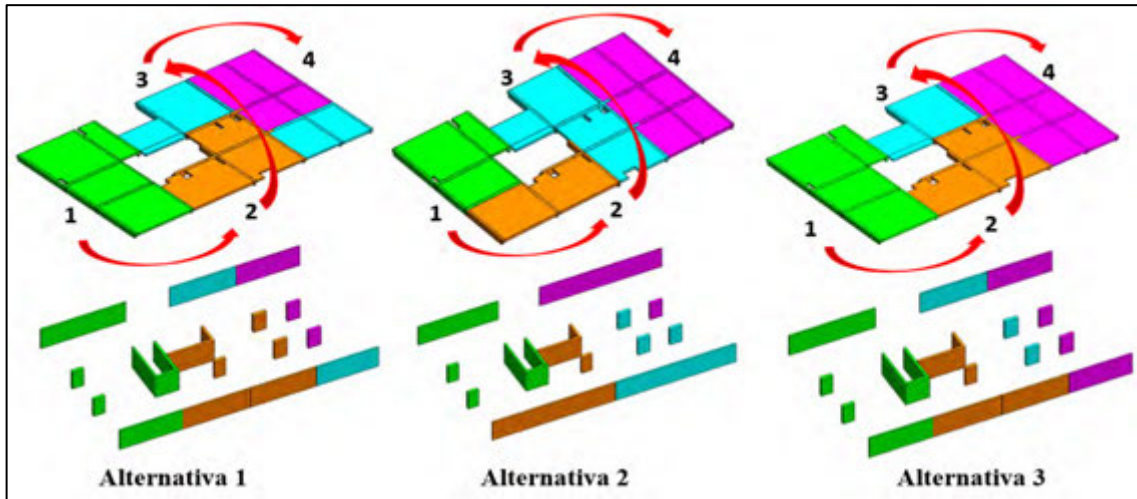
Las vistas por filtros de los modelos son muy útiles para el análisis, es aquí donde se pueden tener vistas separadas de acuerdo a los parámetros considerados anteriormente: vistas por niveles, por secuencia de procesos, además de poder consignar filtros para las etapas de encofrado y de vaciado de un elemento.

La sectorización debe tratar que las diferentes partidas tengan volúmenes similares de trabajo en cada lote de producción; es aquí donde el modelo nos brinda las áreas de encofrados y los volúmenes de concreto por niveles y sectores, siendo estos balanceados de una manera más eficiente y amigable que con una planilla electrónica tipo Excel; finalmente se dimensionan las cuadrillas en función a los rendimientos históricos que se manejan en la empresa.

Estas propuestas de sectorización (Figura 3), deben ser discutidas con los involucrados en la fase de obra que estamos planificando. El objetivo de estas reuniones es lograr la interacción de los participantes, escuchar sus observaciones y comentarios, seleccionar

la mejor alternativa y obtener sus compromisos para lograr el ritmo planeado. El mostrar las diferentes alternativas en 3D, hace muy amigable su visualización y entendimiento.

Figura 3. Sectorización en 3D (propuestas de sectorización de vaciados)



Fuente: Elaboración propia (2015)

4.3 Lookahead y Modelo en 4D

Para el Lookahead, el modelo ya debe incorporar las fechas de ejecución de la secuencia elegida, de esta manera ya se convierte en un modelo 4D, con el que se puede simular la programación virtual con un horizonte de 4 a 6 semanas. Si además podemos incorporar al modelo los 7 pre-requerimientos y los Análisis de Costos Unitarios, estaríamos también en condición de hacer un Análisis de Restricciones asistido por el modelo.

La Tabla 1, nos muestra un típico documento de programación por lotes de producción, en el cual se usan códigos y colores para identificar la localización y las fechas de los trabajos programados para las siguientes 4 semanas.

Tabla 1. Documento típico de Lookahead a 4 semanas

ACTIVIDAD	SEMANA 12							SEMANA 13							SEMANA 14							SEMANA 15						
	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S	L	M	M	J	V	S				
	16/03	17/03	18/03	19/03	20/03	21/03	23/03	24/03	25/03	26/03	27/03	28/03	30/03	31/03	01/04	02/04	03/04	04/04	06/04	07/04	08/04	09/04	10/04	11/04				
SUPER-ESTRUCTURAS																												
Acero vert.	F4+5	F1+6	F2+6	F3+6	F4+6		F1+7	F2+7	F3+7	F4+7	F1+8		F2+8	F3+8	F4+8	F1+9	F2+9		F3+9	F4+9	F1+10	F2+8	F3+10					
Encofrado vert.	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6	F3+6		F4+6	F1+7	F2+7	F3+7	F4+7		F1+8	F2+8	F3+8	F4+8	F1+9		F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	F2+8					
Concreto vert.	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6	F3+6		F4+6	F1+7	F2+7	F3+7	F4+7		F1+8	F2+8	F3+8	F4+8	F1+9		F2+9	F3+9	F4+9	F1+10	F2+8					
Acero viga	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6		F3+6	F4+6	F1+7	F2+7	F3+7		F4+7	F1+8	F2+8	F3+8	F4+8		F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	F1+10					
Encofrado viga	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6		F3+6	F4+6	F1+7	F2+7	F3+7		F4+7	F1+8	F2+8	F3+8	F4+8		F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	F1+10					
Encofrado losa	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6	F2+6		F3+6	F4+6	F1+7	F2+7	F3+7		F4+7	F1+8	F2+8	F3+8	F4+8		F1+9	F2+9	F3+9	F4+9	F1+10					
Ladrillo techo	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9					
Acero losa	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9					
IISS - IIIEE	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9					
Concreto horiz.	F1+5	F2+5	F3+5	F4+5	F1+6		F2+6	F3+6	F4+6	F1+7	F2+7		F3+7	F4+7	F1+8	F2+8	F3+8		F4+8	F1+9	F2+9	F3+9	F4+9					

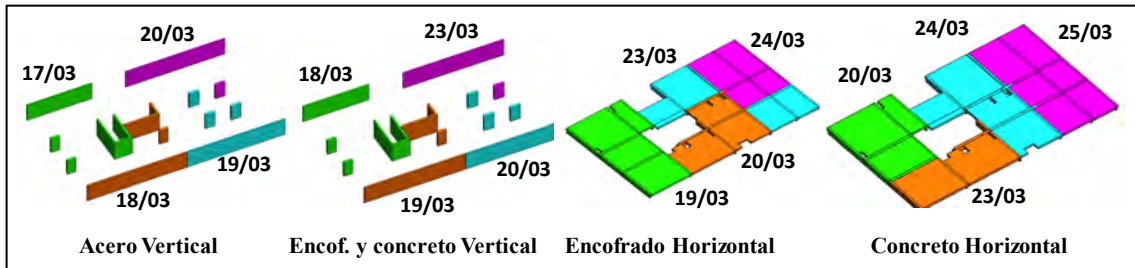
Fuente: Elaboración propia (2015)

Es fácil ver que la lectura de esta tabla no es muy amigable, se requiere hacer correlaciones mentales para comprender cabalmente lo que este documento especifica. Además, este formato es válido cuando los límites físicos de los lotes de producción para cada cuadrilla coinciden exactamente entre sí, sin embargo en la práctica eso no

es frecuente, por ejemplo, si ocurre que las áreas de encofrado horizontales tengan que extenderse más allá de los límites del vaciado de concreto, esta tabla ya no es aplicable.

La Figura 4, muestra el modelo de apoyo visual al Lookahead, con las fechas establecidas de avance, tanto de acero, como de encofrado y concreto.

Figura 4. Apoyo visual al Lookahead



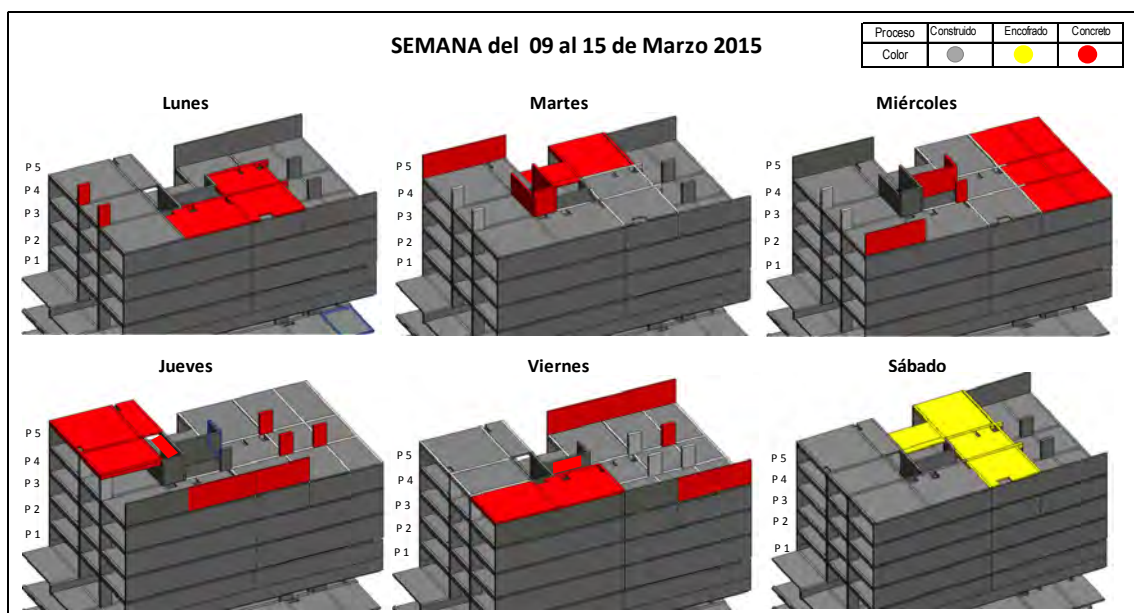
Fuente: Elaboración propia (2015)

5 Planificación Semanal y comunicación visual a los lastplanners

Todo el proceso del LPS se plasma en la Planificación Semanal, aquí se lista día a día las tareas que han sido liberadas de sus restricciones y estarían listas para su ejecución, por lo que su comunicación a los lastplanners debe ser muy efectiva y amigable.

Hemos probado diferentes alternativas, usando diversos formatos y niveles de detalle de la información a entregar con este fin; la Figura 5 muestra la alternativa que ha tenido mayor acogida por los obreros de las cuadrillas encargadas de los pórticos, la cual visualiza la programación semanal en una hoja A4 dividida en 6 espacios, un espacio para cada día laborable, donde lo más simple resulta ser lo más efectivo, es decir sólo mostrar lo que denominamos “micro hitos semanales”, que en esta fase de pórticos están dados por los vaciados de concreto.

Figura 5. Programación semanal visual en una hoja A4.



Fuente: Elaboración propia (2015)

Los colores causan un efecto psicológico útil en el ser humano, permitiéndole obtener más información y de forma más rápida (Tezel et al, 2010). Asimismo, para lograr una mejor comunicación, es importante manejar estándares para las herramientas de gestión visual que usemos en términos de contenido y formato, incluyendo la asignación de colores (O'Connor y Swain, 2013).

En el formato anterior se puede apreciar que prácticamente se muestran sólo los vaciados de concreto (microhitos), de esta manera la visualización es muy simple y clara y las demás cuadrillas, tales como las de Acero, Instalaciones Sanitarias, Instalaciones Eléctricas y Encofrado, se “alinean” implícitamente por programación reversa (técnica Pull), es decir, si las cuadrillas involucradas ven en la hoja entregada, que el día Miércoles por la tarde se está programando vaciar el concreto de las placas del ascensor del quinto piso, entonces la cuadrilla de encofradores y las de instalaciones sabrán que tienen que dejar su trabajo listo a más tardar a la mitad del mismo día y la cuadrilla de acero sabrá que tienen que entregar el acero de esos elementos al finalizar el día Martes. La Figura 6 muestra como el jefe de cuadrilla de acero da las indicaciones al personal a su cargo para habilitar los sectores de trabajo el cual tiene una fecha definida de vaciado.

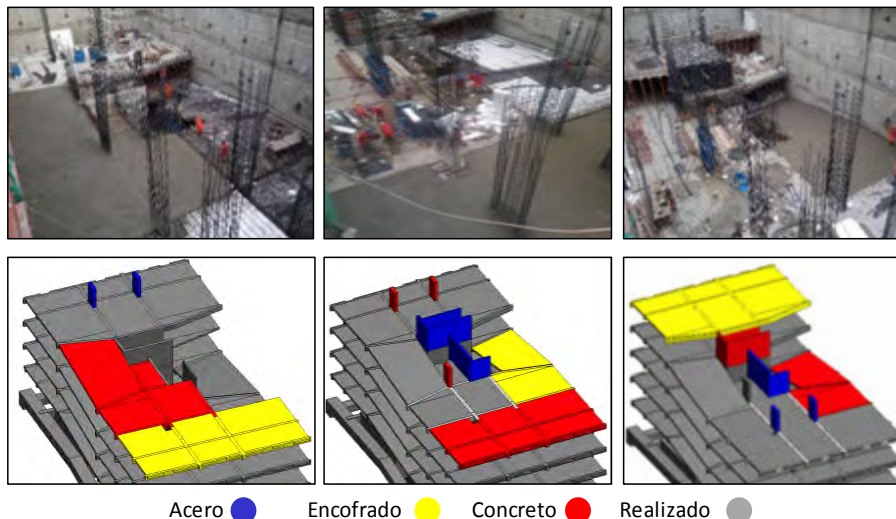
Figura 6.- Programación semanal visual reversa



6 RETRO-ALIMENTACIÓN VIRTUAL VS. REAL

Terminada la semana y en la reunión semanal con los lastplanners, la presentación del modelo, acompañado de algunas fotografías (Figura 7), promoverá la participación de todos en la tarea de identificar las Causas de No Cumplimiento (CNC).

Figura 7. Evaluación del PPC e identificación de las CNC



Fuente: Elaboración propia (2015)

Si bien este es un espacio donde frecuentemente surgen los reclamos y las quejas, también es donde se generan muy buenas propuestas e ideas para obtener mejores Porcentajes de Planificación Cumplida (PPC).

7 CONCLUSIONES

El Sistema LastPlanner, apoyado con un modelado BIM genera una sinergia potente en la planificación de las obras, apoyando con la visualización de las alternativas de sectorización y sus secuencias de avance durante el Phase Scheduling, ayudando a visualizar la ejecución de frentes de trabajo de acuerdo a las fechas programadas durante el Lookahead, facilitando la comunicación visual de la programación semanal mediante la programación reversa, y haciendo más efectiva la retroalimentación y aprendizaje con la comparación del modelo virtual semanal contra las imágenes semanales reales.

Al igual que el LPS cuya propuesta es desarrollar la programación en forma progresiva, el modelado BIM, para estos efectos, debe hacerse también de forma progresiva y al compás de las etapas del LPS.

REFERENCIAS

ALAN MOSSMAN. **Last Planner 5 + 1 crucial & collaborative conversations for predictable design & construction delivery**. 2013. The Change Business Ltd.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Ph.D. Diss., School of Civil Engineering, the University of Birmingham, UK.

BALLARD, G. **Current benchmark in Phase Scheduling**. 2009. Project Production System Laboratory Report.

CHOO, H., TOMMELEIN, I., BALLARD, G. AND ZABELLE, T. **Workplan: Constraint-Based Database for Work Package Scheduling**. 2009. ASCE, Journal of Construction Engineering and Management, May/June Issue.

FUENTES, D. **Influencia de la estandarización en el uso de modelos de información de edificios (BIM)**. 2014. Tesis PUCP asesorada por P. Orihuela.

MOURGUES, C, FISCHER, M. **A Work Instruction Template for Cast-In-Place Concrete Construction Laborers**. CIFE Working Paper #WP109. Stanford University

NATIONAL INSTITUTE OF BUILDING SCIENCES. **National BIM Standards Part 1: Overview, principles and methodologies**. 2007, pag. 6-24.

ORIHUELA, P.; ESTEBES, D. **Aplicación del método de Línea de Balance a la Programación Maestra**. 2013. V ELAGEC, Cancún, México.

O'CONNOR, R.; SWAIN, B. **Implementing Lean in construction: Lean tools and techniques – an introduction**. 2013. CIRIA Guide to Implementing Lean in Construction C730.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015– del7 al9 de Octubre –**SÃO CARLOS – SP**

SACKS,R., DAVE, B, KOSKELA, L., AND OWEN, R. **Analysis framework for the interaction between Lean Construction and Building Information Modelling**. 2009. Proceedings for the 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction.

TEZEL, A., KOSKELA, L. Y TZORTZOPOULOS, P. **SCRI Research Report 3: Visual Management in Construction – Study Report on Brazilian Cases**. 2010 Salford Centre for Research and Innovation in the built and human environment (SCRI).



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

UM SISTEMA BASEADO EM JOGOS PARA PROMOVER A TRANSPARÊNCIA NA OBRA E MOTIVAR TRABALHADORES

LEITE, Regina M. C. (1); COSTA, Dayana B. (2) e DURÃO, Frederico A. (3)

(1)IFBA, +5571 9972-5755, regina.leite@ifba.edu.br; (2) UFBA, dayanabcosta@ufba.br;
(3) UFBA, freddurao@dcc.ufba.br

RESUMO

Apesar da significativa melhoria na adoção de técnicas de planejamento e controle de produção em obras, a falta de transparência, a falta de comunicação entre os níveis de gestão e sua força de trabalho e o baixo envolvimento dos trabalhadores ainda são barreiras para cumprir as metas de trabalho e regras do projeto. Este estudo tem como objetivo avaliar os impactos da utilização da técnica de “gameificação” para melhorar a transparência do planejamento da produção e do desempenho dos trabalhadores, bem como aumentar a motivação destes trabalhadores no canteiro de obras. Para tanto, uma ferramenta *web* chamada Sistema Obras Gameificadas foi projetada, implementada e avaliada por meio de estudos empíricos em duas obras na cidade de Salvador-Bahia. Os resultados mostraram que os objetivos de promover a transparência na obra foram alcançados e a “gameificação” efetivamente promoveu a motivação dos trabalhadores. A principal contribuição deste estudo é a incorporação da “gameificação” e da gestão visual no domínio da construção civil e a aderência da força de trabalho às metas de produção e regras do jogo estabelecidas pela obra.

Palavras-chave: “Gameificação”, Gerenciamento Visual, Transparência.

ABSTRACT

Despite the significant improvement in the adoption of planning techniques and production control works, lack of transparency, lack of communication between management levels and their workforce and low involvement of workers are still barriers to accomplish the goals of work and project rules. This study aims to evaluate the impact of using gamification techniques to improve the transparency of the production planning and worker performance, also increasing the motivation of these workers at construction site. Therefore, web tool called Obras Gameificadas System was designed, implemented and evaluated through empirical studies in two construction projects in the city of Salvador, Bahia. The results showed that the target of promoting transparency in the project has been reached and the gamification effectively promoted the motivation of workers. The main contribution of this study is the incorporation of gamification and visual management in the field of construction and the adherence of the workforce to production goals and ground rules established for the work.

Keywords: Gamification, Visual Management, Transparency

1 INTRODUÇÃO

Diante do cenário competitivo e de inovação na Construção Civil, a aplicação dos princípios da *Lean Construction* tem contribuído para melhoria do planejamento e controle da produção e oportunizado ações para melhorar a transparência e a comunicação nos processos de produção, ganhando destaque nas implementações desta filosofia gerencial (Brady *et al.*, 2013, Formoso *et al.*, 2002, Koskela, 1992, Tezel *et al.*, 2010).

Apesar da adoção do Sistema *Last Planner*, sistema de controle de produção para gerenciamento de projetos, baseada em atividades e prazos definidos e com base na filosofia *Lean* (Ballard, 2000), ainda há dificuldades para a sua efetiva utilização. Brady *et al.* (2013) destacam a falta de transparência, a falta de comunicação entre os níveis de gestão e sua força de trabalho e o baixo envolvimento dos trabalhadores como barreiras para cumprir as metas de trabalho e regras da empresa. Portanto, a eliminação de ruídos e problemas na comunicação é essencial em um sistema de planejamento eficaz e, para isso, os gestores devem buscar formas dinâmicas, e até mesmo interativas, para o processo de divulgação de informações. O uso da Gestão Visual pode modificar a abordagem tradicionalista e, muitas vezes, ineficiente realizada por muitas construtoras. Faz-se necessário, também, gerar uma adesão da força de trabalho no planejamento, uma vez que apenas a divulgação desta informação não é suficiente para garantir que vai ser entendido, tratado e seguido (GRIEF, 1991).

Por outro lado, a partir de 2010, emergiu o fenômeno da criação de experiências divertidas com o objetivo de motivar trabalhadores a realizar tarefas rotineiras denominado de “gameificação” (DETERDING *et al.*, 2011). O ambiente da Construção Civil apresenta algumas características propícias à aplicação de técnicas de “gameificação”. A diversidade de serviços, que ainda hoje são desenvolvidos de forma artesanal, torna o trabalho repetitivo e pouco motivador para o operário e de difícil controle para o gerente. Para Formoso *et al.* (2002), de maneira geral, os trabalhadores não sabem exatamente o que é esperado deles ou qual foi o seu desempenho. Neste contexto, o aumento da transparência significa aumentar a habilidade da produção em se comunicar com os trabalhadores, de modo que eles saibam o que devem fazer, como e quando (Brady, 2013).

Neste sentido, este estudo tem como objetivo avaliar os impactos da utilização de “gameificação” para melhorar a transparência do planejamento da produção e desempenho dos trabalhadores, a fim de aumentar o engajamento destes trabalhadores no canteiro de obras. Para tanto, foi projetado, implantado e avaliado um sistema web, denominado de Sistema Obras Gameificadas, constituído por painéis de comunicação visual para a divulgação do plano de trabalho semanal e a exposição da avaliação de desempenho dos trabalhadores.

2 “GAMEIFICAÇÃO”

Recentemente, “gameificação” emergiu como uma tendência em Sistemas de Informação e é definida por Deterding (2011) como o uso de elementos de *design* de jogos em contextos “não-jogo”. Segundo Liu (2011), o objetivo final da “gameificação” é incentivar o usuário do sistema “não-jogo” a ter o chamado “comportamento de jogador”, como por exemplo, ter foco na tarefa em mãos, realizar múltiplas tarefas ao mesmo tempo sob pressão, trabalhar sem descontentamento, possuir motivação para sempre tentar novamente quando falhar, etc.

Zichermann e Cunningham (2011) afirmam que as mecânicas de um sistema gameificado são compostas de uma série de ferramentas que, quando usadas corretamente, prometem ter uma resposta positiva dos jogadores. Dentre as principais mecânicas listadas pelos referidos autores, destacam-se: sistema de pontos, níveis, *ranking*, emblemas, integração, desafios e missões e ciclo de engajamento social. Os pontos são importantes para todos os sistemas gameificados, independentemente de sua acumulação entre os jogadores, ou mesmo entre o projetista e o jogador (ZICHERMANN; CUNNINGHAM, 2011).

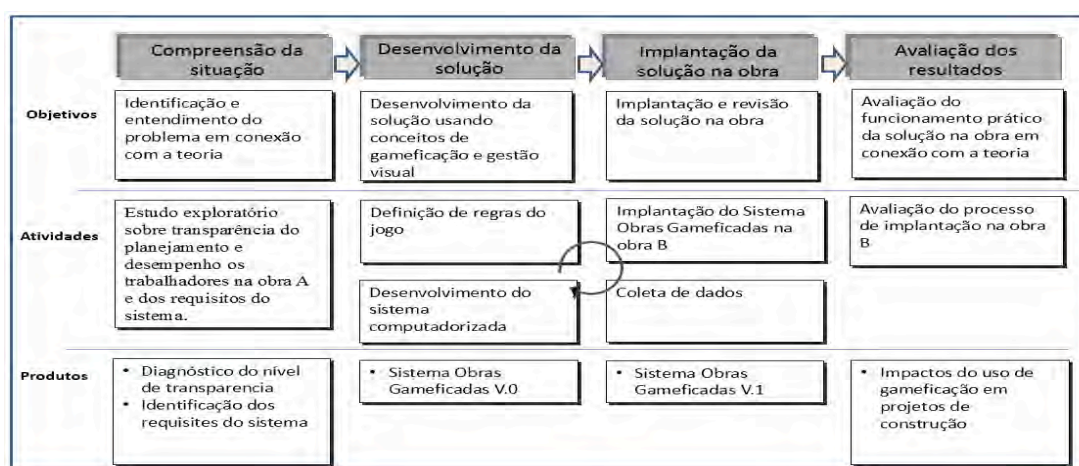
O uso de mecânicas de jogos, limitadas por regras claras, contribui para que o jogador tenha sua capacidade desafiada, gerando recompensas sobre determinadas atividades

desenvolvidas dentro do jogo. Assim, quanto mais conquistas, menor o nível de tédio e ansiedade. O sistema de *feedback* pode assumir a forma de pontos, níveis, emblemas e ícones de sinalização, indicando aos jogadores o quanto eles estão perto de alcançar a meta (ZICHERMANN E CUNNINGHAM, 2011).

3 MÉTODO DA PESQUISA

A estratégia de investigação escolhida foi *Design Science Reseach*, visto que o foco deste estudo incide sobre a resolução de um problema prático em relação à falta de transparência e envolvimento dos trabalhadores no plano de trabalho semanal, além de fornecer uma contribuição teórica para o campo da gestão visual e “gameificação” na construção civil. O estudo foi desenvolvido em quatro etapas: (1) Compreensão da situação, (2) Desenvolvimento da solução, (3) Implantação da solução na obra e (4) Avaliação dos resultados, conforme Figura 1.

Figura 1 - Delineamento da Pesquisa



Esta pesquisa foi realizada na Empresa 1, que é de médio porte e atua no mercado de construção e incorporação em Salvador-Bahia há 12 anos. A mesma possui um Sistema de Gestão da Qualidade certificado pela ISO9000 e adota práticas básicas de *Last Planner*. Os estudos empíricos ocorreram nas Obras A e B.

A **primeira etapa** ocorreu entre julho e setembro de 2013, na Obra A, tendo sido realizado em conjunto com o engenheiro júnior que realizava seu trabalho de conclusão de curso no tema (MORÊDA NETO, 2014). Teve como objetivo o entendimento do problema real, a conexão inicial com a teoria visando o diagnóstico da obra selecionada para estudo e o levantamento dos requisitos para a concepção do Sistema. Como parte da fase de projeto do sistema, o estudo exploratório investigou o nível de conhecimento dos trabalhadores sobre a utilização dos planos de trabalho semanais, com destaque para a sua divulgação, *feedbacks*, realização de pacotes de trabalho, bem como a motivação e comprometimento com metas e regras da empresa. Os dados foram coletados por meio de questionários estruturados em que foram entrevistados 25 trabalhadores (cerca de 50% dos trabalhadores contratados na obra). Foram realizadas duas reuniões com o gerente da Obra A para discutir o processo de planejamento e o envolvimento dos trabalhadores e seis reuniões adicionais entre os pesquisadores para identificar as necessidades do sistema.

A **segunda etapa**, que ocorreu entre outubro de 2013 e janeiro de 2014, objetivou realizar o desenvolvimento da solução, denominado Sistema Obras Gameificadas, com base no contexto da Obra A. Esta fase compreendeu a definição das regras do jogo, a escolha de uma plataforma para o desenvolvimento de um sistema e a análise das informações obtidas na Obra A, a concepção de um modelo de painéis de comunicação

visual para a programação semanal usando “gameificação” e a gestão visual a fim de gerar a adesão dos trabalhadores aos planos de trabalho semanais. Foi elaborado o projeto do sistema e, posteriormente, contratado um desenvolvedor *web* para implementar na linguagem *Python*. O sistema utiliza a infraestrutura de serviços *Web* com plataforma nas nuvens, onde está localizado seu banco de dados. Inicialmente, foram incorporadas duas mecânicas definidas por Zichermann e Cunningham (2011): sistema de pontos e *ranking*.

A **terceira etapa**, implantação da solução na obra, foi realizada entre abril e julho de 2014 e teve início com a apresentação do sistema concebido aos gestores da Obra B, juntamente com um plano para sua implantação. Após aprovação da ideia, o mesmo questionário para o diagnóstico do nível de conhecimento do trabalhador já mencionado foi aplicado com 30 trabalhadores da Obra B (10 da Empresa 1 e 20 das empresas terceirizadas). O Sistema Obras Gameificadas (V0) foi apresentado para a equipe de obras e para os trabalhadores durante um encontro na presença de 78 trabalhadores (28 da própria empresa e 50 de terceirizados), como parte da estratégia de divulgação do jogo. Além disso, uma campanha foi realizada para divulgar o jogo através de panfletos e cartazes que foram distribuídos para o trabalhador e colocados nas paredes do local de trabalho. Um monitor de 21" LCD foi instalado na entrada da obra para a comunicação visual.

Dois ciclos de aplicação foram desenvolvidos nesta obra. Cada ciclo do “jogo” foi de quatro semanas, com inserção de dados reais de planejamento e feedback por meio da tela e reuniões de Diálogo Diário da Segurança (DDS) semanalmente. Fizeram parte do processo a equipe de gestão da obra (engenheiro, mestre, encarregados, estagiários, etc) como avaliadores do jogo, e 28 trabalhadores da Empresa 1, como jogadores. Foi decidido pela gerência que não haveria competição entre as equipes, sendo avaliados sobre a performance individual dos trabalhadores, assim não foi possível implantar as regras coletivas inicialmente planejadas, apresentadas no item 4. Foi decidido ainda que a equipe de terceirizados não seria incluída no jogo, para aumentar o controle do estudo.

Durante o primeiro ciclo, o cumprimento dos pacotes de trabalho planejado, dados sobre as regras estabelecidas e fotos foram coletadas semanalmente pela autora principal deste trabalho e o sistema implantado foi o V0. Além disso, a autora forneceu *feedback* sobre os resultados do jogo para os trabalhadores uma vez por semana durante as reuniões. O segundo ciclo envolveu a implantação do Sistema Obras Gameificadas (V1), que incluiu ajustes nas regras e funções do sistema de jogo, tais como, a adição de outras mecânicas de jogos: Bônus (50 pontos adicionados para cada jogador que participou do ciclo anterior, no início do 2º ciclo) e emblemas ou badges (Selo produtividade, atribuído aos trabalhadores que se destacassem pela motivação). No segundo ciclo, 24 trabalhadores que participaram das quatro reuniões de feedback (4 trabalhadores não participaram) foram questionados sobre a sua compreensão das informações fornecidas pelo sistema durante a implantação. Como recompensa, os três primeiros ganhadores receberam o valor de suas pontuações em dinheiro.

A **etapa final** envolveu a avaliação do funcionamento prático do processo de “gameificação” na Empresa 1, bem como do sistema. O presente artigo apresenta os resultados referentes à transparência da programação semanal e desempenho dos trabalhadores e engajamento dos trabalhadores. Os critérios adotados e as fontes de evidências utilizadas para avaliação deste impacto são apresentados no Quadro 1.

Quadro 1. Critérios para avaliação do impacto do processo de “gameificação”

Constructos	Variáveis	Fonte de Evidência
Transparência do Planejamento Semanal e Performance do Trabalhador	- Melhoria da Transparência para a gerência da obra -Melhoria da Transparência para os trabalhadores -	-Entrevistas semi-estruturada com o gerente da obra e Eng. de Planejamento, dois estagiários, mestre, encarregados e técnica de segurança. -Questionário aplicado aos trabalhadores antes e depois da implantação -Quiz aplicado aos trabalhadores durante a implantação -Observação direta e participante -Notas de campo
Engajamento dos Trabalhadores	-Efetividade da gameificação -Disponibilidade para a realização de serviços -Motivação do trabalhador	-Questionário sobre Efetividade da gameificação aplicado ao gerente da obra e Eng de Planejamento, dois estagiários, mestre, encarregados, técnica de segurança de segurança e almoxarife. - Questionário aplicado aos trabalhadores antes e depois da implantação -Dados da base do Sistema Obras Gameificadas -Observação direta e participante -Notas de campo

4 IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA OBRAS GAMEIFICADAS

O Sistema Obras Gameificadas foi concebido de forma flexível para possibilitar seu ajuste à realidade de outras obras, possuindo duas interfaces: o visualizador online, usado para expor as informações no canteiro aos trabalhadores durante toda a semana ou mesmo para controle remoto da diretoria, e o modo administrador, onde os responsáveis pelo acompanhamento e alimentação do sistema lançam os dados elaborados e coletados. O sistema é uma adaptação do planejamento de curto prazo integrante do PCP para uma nova abordagem de disseminação e acompanhamento, sendo incluído um programa de avaliação e recompensa com base em regras adicionais a execução dos pacotes de trabalho, mas que são importantes para garantir a terminalidade, segurança e organização das atividades.

A primeira semana segue uma dinâmica diferente das demais, já que não há ainda dados de cumprimento dos prazos e das regras a serem lançados. Por isso, a explicação do jogo se dará a partir da segunda semana, quando a complexidade aumenta. Para lançar essas programações no sistema e gerar a Tela da Programação Semanal (Figura 2), faz-se necessário a elaboração do planejamento de curto prazo com o maior rigor e critério possível. As programações devem estar ajustadas e dimensionadas com serviços exequíveis, equipes e local de execução bem definidas e as restrições devem estar removidas para execução dos pacotes de trabalhos, garantindo que não haverá qualquer empecilho para a realização do serviço, conforme Ballard (2000). Além de identificar o que foi realmente executado, deve-se avaliar as causas do não cumprimento (BALLARD, 2000).

O Quadro 2 apresenta as regras estabelecidas e implantadas na Obra B durante os dois ciclos, com base no diagnóstico realizado. O objetivo do jogador foi ganhar pontos pelo cumprimento das regras individuais criadas para resolver problemas como: baixa velocidade na realização dos serviços, pouco comprometimento por parte do empregado, dificuldade de comunicações internas e altos níveis de conflitos. A proposta foi atribuir pontuação pelo cumprimento de atividades rotineiras e a adoção de comportamentos desejados.

Quadro 2 – Regras estabelecidas e implantadas no 1º e 2º ciclo.

Regra	Ciclo	Pontos	Frequência	Responsável pela avaliação
Retirada e devolução das ferramentas	1º e 2º	-3	Diária	Ferramenteiro Almoxarife
Uso dos EPI's e cumprimento das normas de segurança	1º e 2º	-2	Diária	Técnico de Segurança
Presença nos DDS's (Diálogo Diário de Segurança)	1º e 2º	-1	Diária	Técnico de Segurança
Assiduidade e Pontualidade	1º e 2º	-10	Diária	Auxiliar Administrativo e Estagiários
Subordinação e Disciplina	1º e 2º	-10	Diária	Encarregados e Estagiários
BONUS	2º	50	Mensal	Estagiários
Disponibilidade para a realização de serviços	1º e 2º	0 a 15	Mensal	Mestre de obras, Encarregados e Técnico de Segurança
Selo Produtividade Premiada (Emblemas)	2º	1	Pontual	Engenheiro, Estagiários ou Visitantes

A tela da Programação Semanal (Figura 2) mostra a programação com a descrição dos serviços, quantidade a ser executada, local, equipe e responsável, além do percentual de avanço de cada pacote de trabalho, ainda apresenta um mapa com a locação dos serviços e legenda das equipes.

Figura 2 - Tela da Programação Semanal.



Fonte: <https://obrasgamificadas.herokuapp.com/planejamento>

A tela do Ranking de Funcionários (Figura 3) apresenta um ranking com a pontuação obtida por cada trabalhador naquela semana, um quadro resumo das regras do jogo e uma avaliação do cumprimento de cada regra, sinalizando por meio de imagens de rostos o grau de cumprimento de cada regra.

Após essa fase, seguem-se a divulgação da programação, por meio do Sistema. Durante a semana, o acompanhamento deve ser realizado, incluindo a avaliação das regras estabelecidas, assim como um preenchimento diário e estimado dos avanços obtidos. Após a realização desses procedimentos nos 4 subciclos, chega-se ao final do ciclo mensal, que inclui uma reunião de encerramento do ciclo para a apresentação do resultado final do jogo naquele período e para o reconhecimento dos funcionários com melhor desempenho e premiação dos mesmos.

Figura 3 - Tela do Ranking de Funcionários

Regras	Pontos	Frequência
R1- BONS	50	Semanal
R2- Devolver Ferramentas de Trabalho	-1	Dia
R3 - Usar de EPI's e obedecer as Normas de Segurança	-1	Dia
R4- Estar presente nos DDS	-1	Dia
R5 - Calcular para o bem-estar da obra	-10	Pontual
R6- Estar na obra todos os dias e chegar no horário	-10	Dia
R7 - Disponibilidade para realização dos serviços	1	Dia
R8 - Produtividade Premiada	1	Pontual

Período de 28 de Julho de 2014 até 30 de Julho de 2014											
Funcionário	Função	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8	Pontos	Trofeus
Manoel Cruz Rocha	Pedreiro	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	83,0	🏆
Catarino das Virgens Pereira	Betoneiro	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	83,0	🏆
Alex Oliveira do Nascimento	Servente Comum	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	77,0	🏆
Antonio Carlos Ferreira da Silva	Servente Comum	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	75,0	
Fabiano de Carvalho Rodrigues	Servente Comum	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞	74,0	
Genilton Mendes da Silva	Pedreiro	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😞	74,0	
Jose Carlos dos Santos	Carpinteiro	😊	😊	😊	😊	😞	😊	😊	😊	71,0	
Josevaldo Conceição dos Santos	Servente Comum	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	😊	67,0	

Fonte: <https://obrasgamificadas.herokuapp.com/ranking/funcionarios/>

5 IMPACTOS DA IMPLANTAÇÃO DO SISTEMA NA OBRA B

5.1 Transparência da programação semanal e desempenho dos trabalhadores

A melhoria na transparência do planejamento semanal foi avaliada através de entrevistas com a engenheira de planejamento. Antes da implementação do sistema, somente no final do mês a sede tinha conhecimento do que a obra efetivamente havia realizado. Após a implementação do sistema, a sede passou a ter informações sobre as realizações e os desempenhos individuais dos trabalhadores semanalmente, acessando o Sistema Obras Gamificadas. Para o gerente da obra, o uso do monitor LCD foi útil para divulgação da informação. Ele identificou a necessidade de melhorar a divulgação das regras para os trabalhadores e reconheceu a necessidade de um maior envolvimento da gerencia durante a implantação do processo. Para os estagiários e técnica de segurança, o sistema aumentou a transparência das informações para os funcionários e permitiu-lhes identificar as suas atividades através das telas. No entanto, o mestre da obra e os encarregados não têm a mesma percepção, argumentando que os trabalhadores não são capazes de entender as informações fornecidas pelas telas. Os resultados mostraram que os trabalhadores são capazes de entender.

A transparência da informação para os trabalhadores foi analisada com base em entrevistas antes e depois da implementação do sistema com o mesmo grupo de trabalhadores, sendo adicionado o vencedor do jogo na segunda rodada de entrevista. Antes, apenas 10% dos 10 trabalhadores entrevistados afirmaram estar cientes da programação semanal e 30% dos trabalhadores respondeu que tinham uma idéia clara sobre as tarefas seriam realizadas durante a semana, após a implementação, 82% desses trabalhadores afirmaram conhecer o planejamento semanal, os mesmos foram perguntados se eles poderiam reconhecer a localização de sua tarefa usando as imagens, a cor do seu pacote de trabalho, o número de pacotes de trabalho atribuídos à equipe através do sistema, e, respectivamente, 91%, 82% e 82% afirmaram reconhecer. Além disso, os resultados do Quiz aplicado a 24 dos 28 trabalhadores mostra melhoria na transparência de informações: 100% dos trabalhadores identificaram o vencedor da semana, 87% reconhecem o significado dos ícones (verde, amarelo e símbolos vermelhos), 83% identificam o local da tarefa usando as imagens, 75% sabiam a sua pontuação na semana, e 71% reconheciam a cor da sua equipe. Estes resultados mostram que durante a implementação, os trabalhadores tinham conhecimento sobre o jogo e o significado dos símbolos.

Portanto, é possível afirmar que houveram melhorias de transparência do planejamento semanal e desempenho dos trabalhadores na percepção da equipe de obra e dos trabalhadores. A não percepção destas melhorias por alguns, pode ser atribuída a barreiras culturais para introduzir novas práticas e tecnologias para área de construção, reforçando que essas questões precisam ser abordadas em novos estudos, a fim de aumentar o envolvimento dos líderes para obter melhores resultados na implementação.

5.2 Engajamento dos trabalhadores

Para avaliar a Efetividade da “gameificação” foram atribuídos conceitos aos mecanismos pelos gerentes e avaliadores. Posteriormente, foi possível calcular a média destes conceitos numa escala de 0 a 5 para cada mecanismo. Os resultados mostram que o mecanismo emblema que corresponde à distribuição de selo por produtividade do trabalhador foi avaliado como OTIMO (média 4,7) e visto como eficiente para promover a motivação do trabalhador, enquanto o mecanismo colaboração foi avaliado como RUIM (média 2,7) devido à não aplicação de regras que envolvem equipe. Os outros mecanismos obtiveram média acima de 4,0, foram avaliados como BOM. Por observação direta do pesquisador é possível reconhecer que todos os trabalhadores passaram a receber *feedback* em relação ao desempenho mensal e semanal a partir do sistema. Este foi um ganho para os trabalhadores, pois foi diagnosticado no início do estudo que 70% deles nunca recebiam *feedback*.

A partir da regra ‘Disponibilidade para a realização de serviços’, foi possível avaliar a disposição dos trabalhadores para atender pedidos. Os resultados apontaram um aumento significativo da vontade do trabalhador do primeiro para o segundo ciclo, indicando um impacto positivo do sistema em aumentar o envolvimento dos funcionários no cumprimento das regras. Quanto à motivação, o diagnóstico inicial constatou que 70% dos trabalhadores se sentiam motivados para executar suas tarefas, no entanto a partir de entrevistas após a implantação, 100% dos trabalhadores mencionaram que se sentiram motivados a ganhar o prêmio, 55% procuraram mudar o seu comportamento para marcar mais pontos e 82% tinham desejo de aumentar sua produtividade. Portanto, observou-se um aumento da vontade do trabalhador e uma melhor motivação dos trabalhadores para desempenhar suas funções após a “gameificação”.

6 CONCLUSÕES E FUTURAS PESQUISAS

Este trabalho contribui para a inserção de gestão visual e “gameificação” no canteiro de obras visando melhorar a transparência das informações sobre os planos de trabalho e do desempenho semanal do trabalhador da construção civil. Impactos importantes foram observadas por meio do processo de “gameificação” tais como: (1) aumento da transparência em termos de melhor visualização e acompanhamento das metas de trabalho semanais, das tarefas atribuídas, da localização da tarefa pelos trabalhadores e do desempenho individual dos trabalhadores (*feedbacks*); (2) melhor engajamento do trabalhador para executar tarefas, induzida pelos mecanismos e dinâmicas adotados; (3) mudanças no comportamento dos trabalhadores.

Devido à limitação da implantação do sistema em apenas uma empresa, algumas funcionalidades, já desenvolvidas, não foram testadas. Estudos complementares poderão ser realizados considerando-se a importância de regras coletivas para alcançar as metas estabelecidas na agenda semanal. Por fim, novas funcionalidades poderão ser desenvolvidas no jogo, tais como o uso de dispositivos móveis, a fim de melhorar a entrada de dados.

REFERÊNCIAS

BALLARD, G. H. **The Last Planner System of Production Control**. Tese de doutorado em Eng. Civil. Faculty of Engineering University of Birmingham, Birmingham, Reino Unido, 2000.

BRADY, D. A.; TZORTZOPOULOS, P.; ROOKE, J. **The development of an evaluation framework based on the design science approach**. In Proc. 21th Annual Conf. Intl. Group for Lean Construction, Fortaleza, Brasil, 579-588. 2013.

DETERDING, S.; SICART, M.; NECKE, L.; O'HARA, K.; DIXON, D. **Gamification: Using Game Design Elements in Non-Gaming Contexts**, Vancouver, 2011

FORMOSO, C. T.; SANTOS, A. D.; POWELL, J. **An Exploratory Study on the Applicability of Process Transparency in Construction Sites**. Journal of Construction Research, Vol. 3, No. 1, 2002

GREIF, M. **The Visual Factory: Building Participation Through Shared Information**. Portland, Eua: Productivity Press, 1991.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. CIFE Technical Report 72, Stanford University, Palo Alto, California, 1992.

LIU, Y., ALEXANDROVA, T., NAKAJIMA, T., **Gamifying Intelligent Environments**, Ubi-MUI '11 Proc.,2011 international ACM workshop on Ubiquitous meta user interfaces, ACM New York, 2011

MORÊDA NETO, H., LEITE, R. M., COSTA, D. B., DURÃO, F. **Visual Communication Panels for Project Control and Reward Program Using Gamification Techniques**, Proc., 22th IGLC Conference Oslo Vol 2. 689 -702. Norway, 2014.

TEZEL, A., KOSKELA, L., TZORTZOPOULOS, P. **Visual management - A general overview**, 5th International Conference on Construction in the 21st Century(CITC-V), Istanbul, Turkey, 642-649. 2009

TEZEL, A., KOSKELA, L.; TZORTZOPOULOS, P. **Visual Management in Construction: Study Report on Brazilian Cases**. Salford, England, SCRI,.Research Report N° 3. 2010

ZICHERMANN, G.; CUNNINGHAM, C. **Gamification by Design**; Publicado por O'reilly, Canadá, 2011.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Congresso / Artículos de Congreso

**Desenvolvimento do Produto, Gestão de Projetos e Gestão de Requisitos /
Desarrollo del Producto, Gestión de Proyectos y Gestión de Requisitos**



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ACESSIBILIDADE NO AMBIENTE CONSTRUÍDO: O CASO DO IFPB – CAMPUS JOÃO PESSOA

SILVA, Meryhelen Rosas da (1); MEDEIROS, Mirela Oliveira (2); SOUZA, Gabriella Cavalcante de (3); ARAÚJO, Nelma Mirian Chagas de (4); MEIRA, Alexandra Rocha (5)

(1) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: meryhelenrosas@hotmail.com; (2) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: mirela.jpa@gmail.com; (3) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: gabriella.cavalcante@hotmail.com; (4) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: nelmamca@gmail.com; (5) IFPB – *Campus* João Pessoa, E-mail: alexrmeira@uol.com.br

RESUMO

Este artigo apresenta parte dos resultados de uma pesquisa cujo objetivo foi elaborar um diagnóstico quanto ao cumprimento da legislação vigente pertinente à acessibilidade, em especial da NBR 9050, no IFPB – Campus João Pessoa. A partir da NBR 9050/2004 foram elaborados checklists específicos para aplicação no Campus João Pessoa, o qual foi dividido em dezesseis ambientes. Ao todo foram verificados 1.354 itens, dos quais 496 não se aplicavam à avaliação realizada. Dos 858 itens aplicáveis, 276 (32,2%) estão em conformidade com a NBR 9050 e 582 (67,8%) itens não atendem à referida norma. Os resultados demonstram que o Campus João Pessoa é inacessível e que a principal dificuldade para torná-lo acessível está no fato de suas instalações físicas serem muito antigas e na não observância da legislação quando da construção de novos ambientes no campus, a exemplo do Bloco de Design de Interiores.

Palavras-chave: acessibilidade, legislação, diagnóstico.

ABSTRACT

This article presents the results of a research whose objective was to elaborate a diagnosis as to the fulfilment of current legislation pertinent to accessibility, in particular the NBR 9050 in the IFPB – João Pessoa Campus. From the NBR 9050/2004 specific checklists were developed for application in the Campus João Pessoa, which was divided into sixteen environments. In all, 1,354 items were verified, of which 496 does not apply to evaluation. Of the 858 items applicable, 276 (32.2 percent) are in accordance with the NBR 9050 and 582 (67.8 percent) items do not meet the aforesaid norm. The results demonstrate that the Campus João Pessoa is inaccessible and that the main difficulty to make it accessible is its physical facilities are very old and in non-compliance with the legislation when the construction of new campus environments, the example of Interior Design.

Keywords: accessibility, legislation, diagnosis.

1 INTRODUÇÃO

O acesso aos lugares públicos é um direito de qualquer cidadão. Da mesma forma, a acessibilidade aos espaços de ensino das universidades públicas pressupõe um esforço conjunto de diversos atores sociais para alcançar as necessidades das pessoas – incluindo as pessoas com deficiência ou mobilidade reduzida.

A acessibilidade está diretamente vinculada ao conceito de cidadania. Para contribuir em minorar as barreiras arquitetônicas existentes no meio urbano e nas edificações, o Governo Federal elaborou um conjunto de normas e legislações específicas, que deveriam ser cumpridas em todos os níveis. No Brasil, o tema vem recebendo uma maior atenção a partir da publicação do Decreto nº. 5.296/2004 (BRASIL, 2004). O Art. 24 desse decreto trata especificamente da acessibilidade nos estabelecimentos de ensino, públicos e privados, foco desse artigo, e determina que as escolas devam proporcionar condições de utilização de todos os seus ambientes ou compartimentos para pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, inclusive salas de aula, bibliotecas, auditórios, ginásios e instalações desportivas, laboratórios, áreas de lazer e sanitários.

Foi definido um prazo de 30 meses, a partir da publicação do decreto citado anteriormente, a contar da data de sua promulgação, para que todos os estabelecimentos se adequassem às mudanças exigidas por essa legislação. Para vencer os desafios e tornar os ambientes acessíveis, leis e decretos não são suficientes. São necessárias ações permanentes e direcionadas, de forma que se elaborem projetos que atendam a todos os cidadãos, quaisquer que sejam suas limitações ou restrições (MONT'ALVÃO, 2006). Com o intuito de ajudar as instituições a se adequarem à legislação vigente, o Ministério da Educação (MEC) disponibiliza para as escolas, desde 2009, o Manual de Acessibilidade Espacial (DISCHINGER *et al.*, 2009), um guia que identifica problemas e oferece soluções para as instituições de ensino das redes municipais e estaduais.

Este artigo apresenta alguns dos resultados de um projeto de pesquisa de iniciação científica que se propôs a elaborar um diagnóstico quanto ao cumprimento da legislação vigente pertinente à acessibilidade e ao cumprimento da NBR 9050 (ABNT, 2004) no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba (IFPB) – *Campus* João Pessoa. Além de divulgar os resultados da pesquisa, o presente artigo visa servir de referencial para pesquisas correlatas.

1.1 Acessibilidade no ambiente construído

Um dos critérios analisados no ambiente construído, tendo em vista a sua conformidade, é a acessibilidade. O caráter da construção é decisivo para a condição de acessibilidade necessária àquele ambiente. Todavia, apesar desse critério específico, existe uma exigência básica de acessibilidade para toda e qualquer instalação construída.

No Brasil, a legislação está em consonância com essa realidade, pois são diversos os documentos que apontam no sentido de garantir o direito de ir e vir da população: a NBR 9050, de 30 de junho de 2004 (ABNT, 2004), que trata da acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos; o Decreto nº. 5.296, de 19 de dezembro de 2004 (BRASIL, 2004), que estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas com deficiência ou com mobilidade reduzida; dentre inúmeras outras normas e legislações complementares (SARMENTO e COSTA, 2013). Apesar da vasta legislação que rege o tema, a falta de planejamento político e de investimentos no campo da acessibilidade causam prejuízos decenais, sobretudo às pessoas com deficiências.

A acessibilidade envolve perspectivas arquitetônica, comunicacional, meteorológica, instrumental, programática e atitudinal, e ela deve ser vista por uma perspectiva global, de forma sistemática e continuada (POLIA e GALVÃO, 2013).

Sendo o enfoque do ambiente construído o acadêmico, Costa e Meira (2010) afirmam que, embora se suponha que as instituições públicas de ensino superior, no papel de educadoras, devam constituir-se como modelos a serem seguidos pela sociedade, percebe-se que o direito à educação superior tem sido negado ou restringido para muitas pessoas com limitações oriundas de deficiência. Isso ocorre, também, devido à falta de acessibilidade presente nas instituições de ensino superior, seja em termos arquitetônicos, urbanísticos, de transporte ou nos aspectos ligados à comunicação (sinalização) e ao acesso à informação sobre os meios de inclusão.

2 METODOLOGIA

2.1 Tipo de Pesquisa, Universo/Amostra e Coleta de Dados

Considerando-se o critério de classificação de pesquisa proposto por Vergara (2009), quanto aos fins e quanto aos meios, a pesquisa realizada classifica-se como exploratória e descritiva, quanto aos fins, e de campo, bibliográfica e participante, quanto aos meios de investigação.

O universo/amostra da pesquisa foi composto por todas as dependências do *Campus* João Pessoa do IFPB, localizado na Av. 1º. de Maio, 720, Jaguaribe, na cidade de João Pessoa-PB.

Através de pesquisa bibliográfica, adquiriu-se embasamento teórico necessário para o desenvolvimento do estudo, com pesquisas em artigos científicos, teses, dissertações e livros que abordavam temas de acessibilidade em ambientes construídos. A partir desta, foram elaborados *checklists* específicos para cada ambiente (Figura 1), para obtenção e posterior análise dos dados relativos ao levantamento técnico das condições atuais das instalações físicas do IFPB – *Campus* João Pessoa, com relação ao cumprimento da legislação, especificamente da NBR 9050 (ABNT, 2004).

Figura 1: Parte do *checklist* utilizado na pesquisa

Check List - Apoio para vistoria técnica de acordo com a NBR 9050						
16	PAVIMENTO TÉRREO E SUPERIOR	Ambientes:	Design de Interiores	Design		
DESCRIÇÃO				SIM	NÃO	NSA
CIRCULAÇÃO	A área livre para circulação de uma pessoa possui largura mínima de 1,20m?			x		
	A área livre para circulação de duas pessoas possui largura mínima de 1,80m?				x	
	A área livre para manobra de um cadeirante (sem deslocamento) com rotação de 90 Graus possui o mínimo de			x		
	A área livre para manobra de um cadeirante (sem deslocamento) com rotação de 180 Graus possui o mínimo de				x	
	A área livre para manobra de um cadeirante (sem deslocamento) com rotação de 360 Graus possui o mínimo de diâmetro de 1,50m?				x	
	Os pisos possuem superfície regular, firme, estável e antiderrapante sob qualquer condição?				x	
	Os desníveis de piso estão em altura máxima de 5 mm?				x	
	Os desníveis de piso que estejam entre 5 mm e 15 mm são tratados em forma de rampa?				x	
SALA DE AULA	Os desníveis superiores a 15 mm são tratados como degraus e devidamente sinalizados?				x	
	As salas de aula (convencionais e laboratórios) são acessíveis?				x	
	As salas de aula (convencionais e laboratórios) possuem mobiliário interno acessíveis?				x	
	As salas de aula (convencionais e laboratórios) possuem áreas de aproximação e manobra acessível?				x	
	As salas de aula (convencionais e laboratórios) possuem áreas de alcance manual acessíveis?				x	
As louças da sala de aula estão a uma altura inferior máxima de 0,90m do piso?				x		

Tais *checklists* foram elaborados pelas próprias pesquisadoras, ressaltando que não foi levado em consideração a importância relativa de cada item no contexto geral. Ou seja, visou-se apenas verificar a adequação, ou não, dos ambientes aos itens constantes na NBR 9050, sem mensurar a relevância destes.

A partir das plantas baixas dos ambientes que compõem o *Campus* João Pessoa do IFPB, fornecidas pela Prefeitura do *campus*, os ambientes foram agrupados por localização e finalidade.

O Quadro 1 apresenta a divisão do *campus* em ambientes.

Quadro 1: Divisão do Campus João Pessoa do IFPB em ambientes

Ambientes	Denominação
1	Acessos
2	Estacionamentos
3	Hall de Entrada
4	Auditórios
5	Área de Lazer
6	Setor Técnico Administrativo
7	Direção de Ensino
8	Biblioteca
9	Eletrotécnica/Telecomunicações
10	Informática
11	Mecânica
12	Construção Civil
13	Meio Ambiente
14	Esportes
15	Salas de Aula – Pavimento Superior
16	Design de Interiores

Ressalta-se que as visitas tiveram como objetivo registrar a situação atual dos ambientes e, conseqüentemente, responder ao *checklist* relativo a cada um dos ambientes. O preenchimento dos *checklists* foi feito pelas próprias pesquisadoras, que, paralelamente, fizeram uso de registro fotográfico, bem como de trena para a realização de algumas medições necessárias. O período das visitas ocorreu de abril a agosto de 2014 e antes da aplicação definitiva dos *checklists*, estes foram previamente testados, com o intuito de corrigir distorções que porventura se apresentassem.

3 RESULTADOS

Os dados obtidos foram tratados de forma quantitativa, utilizando-se procedimentos estatísticos, e qualitativa, através da estruturação e análise destes. Foram respondidos questionamentos, através do *checklists*, relativos ao cumprimento da NBR 9050 (ABNT, 2004), tendo como opções de respostas: “sim”, “não” e “não se aplica – NSA”.

Os percentuais das respostas encontradas dos 1.354 itens avaliados com a aplicação dos *checklists* são apresentados na Figura 3. Tomando como referencial as respostas “sim” e “não”, dos dezesseis ambientes avaliados, três chamaram a atenção (Acesso, Direção de Ensino e o Bloco de Design de Interiores), por apresentarem uma quantidade de respostas “não” bastante superior às respostas “sim”, como mostra a Figura 3.

Figura 2: Tabulação dos resultados da aplicação dos *checklists*, por ambiente.

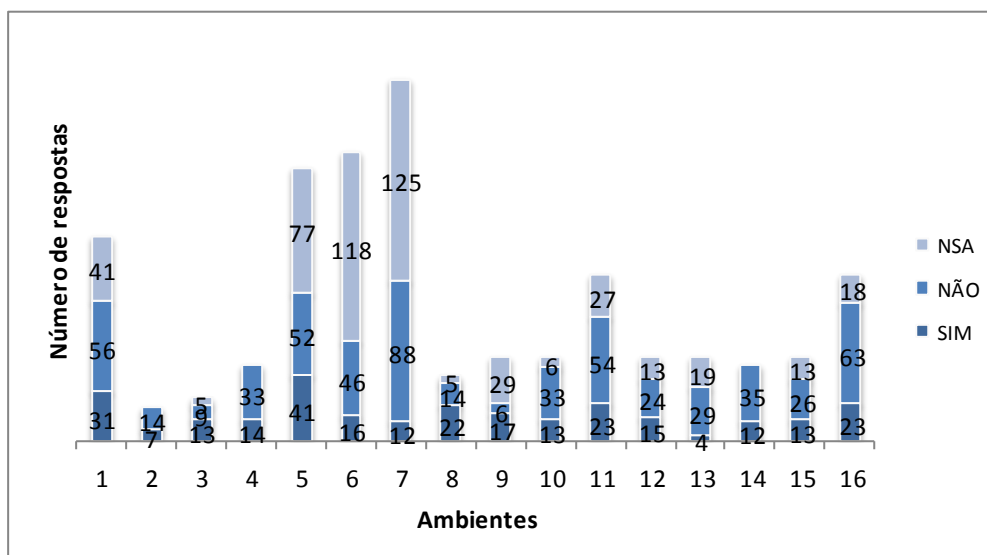
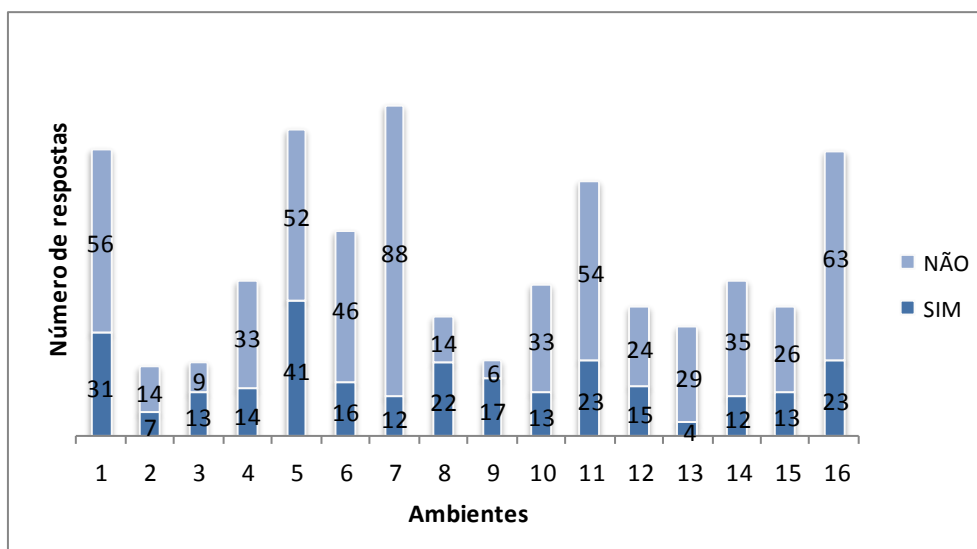


Figura 3: Tabulação dos itens aplicáveis dos *checklists*, por ambiente.



3.1 Diagnósticos dos ambientes

3.1.1 Situação mais crítica

A situação mais crítica encontra-se no Ambiente 7 – Direção de Ensino (Figura 4). Dentre os ambientes que compõem o Ambiente 7 e que apresentam um grande número de itens que não atendem à NBR 9050 (ABNT, 2004), destacam-se a escada de acesso ao pavimento superior e os banheiros.

A escada não possui largura mínima de 1,20 m; não há sinalização tátil no piso (com textura diferenciada na forma de relevo tronco - cônicos), tanto no início como no término da escada; os degraus das escadas não possuem sinalização visual próxima às bordas com largura de 20 cm e profundidade entre 2 a 3 cm.

Figura 4: Ambiente 7 – Direção de Ensino



Fonte: Arquivo das autoras (2014)

Dos 225 itens do *checklist* relativo a esse ambiente, 5,33% foram de respostas positivas, 39,11% de respostas negativas e 55,56% dos itens “não se aplicavam”. Tomando como referencial apenas os itens aplicáveis, constatou-se que 88% deles obtiveram respostas negativas e 12% respostas positivas.

3.1.2 Situação mais positiva

A situação mais positiva em relação à acessibilidade foi encontrada no Ambiente 9 – Eletrotécnica/Telecomunicação. Nesse ambiente constatou-se que a área de circulação, as salas de aula e as portas destas atendem às disposições contidas na NBR 9050 (ABNT, 2004), conforme é apresentado na Figura 5.

Figura 5: Ambiente 9 – Eletrotécnica/Telecomunicação



Fonte: Arquivo das autoras (2014)

Dos 52 itens avaliados nesse ambiente, 23 “não se aplicavam”. Dos itens aplicáveis, 73,91% obtiveram respostas positivas e 26,09% negativas.

3.1.3 Destaque

O Bloco de Design de Interiores foi construído no ano de 2010, bastante tempo depois da publicação da NBR 9050 (ABNT, 2004), e mesmo assim não atende à referida norma.

A NBR 9050 (ABNT, 2004) foi criada em 1983, havendo sido revisada pela primeira vez em 1994. Sua última revisão se deu no ano de 2004. Essa norma, como já colocado anteriormente, orienta que as edificações devem ser construídas e reformadas para promover o Desenho Universal, visando a participação de todos, sem discriminação. Por

isso, o Ambiente 16 – Design de Interiores destaca-se entre os demais, por apresentar uma quantidade considerável de inadequações à NBR 9050 (ABNT, 2004) e por ter sido construído, ao contrário dos demais ambientes que possuem mais de meio século, após a data de vigência da referida norma.

Nesse ambiente constatou-se que dos 52 itens avaliados em cada ambiente (Design de Interiores e Música), totalizando 104 itens, 22,12% foram de respostas positivas, 60,58% de respostas negativas e 17,31% de itens que “não se aplicavam”. Dos itens aplicáveis (86), obteve-se 26,74% de respostas positivas e 73,26% de respostas negativas, evidenciando uma expressiva quantidade de itens que apresentam discordância em relação à NBR 9050 (ABNT, 2004).

Os pontos que apresentam uma maior discrepância em relação à norma, no Ambiente 16, são as rampas, as instalações sanitárias e os corredores. A Figura 6a apresenta uma das rampas existentes nesse ambiente. Essa rampa não possui inclinação adequada, sinalização visual, piso tátil e está fora do padrão estabelecido pela NBR 9050 (ABNT, 2004), que no item 6.5.1.2 estabelece que as rampas devem ter inclinação de acordo com os limites estabelecidos na Tabela 5, do referido item (a inclinação encontrada é superior à estabelecida na tabela, que é de 5%). A rampa não possui corrimão e sinalização como previsto na norma, em seu item 6.7, mais especificamente no subitem 6.7.1.1, que estabelece que os corrimãos devem ser instalados em ambos os lados dos degraus isolados, das escadas fixas e das rampas.

As instalações sanitárias estão totalmente fora dos padrões de acessibilidade. Para ter acesso à bacia sanitária existe um degrau com 25 cm de altura, como mostra a Figura 6b.

A Figura 6c apresenta um dos corredores de circulação com largura de 1,25 m, que é inferior à largura estabelecida na norma (1,80 m).

Figura 6: Ambiente 16 – Design de Interiores



Fonte: Arquivo das autoras (2014)

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo maior da acessibilidade é possibilitar e dar condição de alcance para utilização, com segurança e autonomia, dos espaços, mobiliários e equipamentos urbanos, das edificações, dos transportes e dos sistemas e meios de comunicação, por pessoa portadora de deficiência ou com mobilidade reduzida, segundo a Lei 10.098/2000 (BRASIL, 2000).

Com o diagnóstico elaborado do ambiente construído (*campus* João Pessoa do IFPB), quanto ao cumprimento da NBR 9050 (ABNT, 2004) nas instalações que compõem o *Campus* João Pessoa do IFPB, constatou-se que a acessibilidade no *campus* ainda

encontra resistências em diversos níveis, seja por questões estruturais (a maioria das edificações é antiga, com mais de meio século de construção) seja por questões gerenciais, principalmente de elaboração de projetos e de fiscalização (caso das edificações construídas após a publicação da NBR 9050). Segundo Souza e Thomé (2008), para que haja uma correta e boa acessibilidade aos espaços de uso interno, a administração da instituição não pode alegar que elas são impraticáveis nas edificações já existentes em face das dificuldades em adaptar a edificação às exigências da NBR 9050/2004.

Após percorrer todo o *campus*, constata-se que cabe aos gestores institucionais, bem como aos alunos e funcionários, apontar ações para que este seja mais inclusivo e possa quebrar as barreiras físicas, oferecendo a todos, alunos, funcionários e visitantes, um ambiente acessível, em todos os aspectos.

A partir dos resultados obtidos, nota-se que ainda existe um descaso na aplicação da legislação e das normas relativas à acessibilidade, em particular da NBR 9050 (ABNT, 2004), principalmente nas recentes construções (Ambiente 16 – Bloco de Design), onde é evidente a falta de fiscalização, por parte da instituição, na execução dos ambientes que compõem o Bloco de Design de Interiores. Acredita-se que o cuidado com as instalações físicas da instituição, incluindo-se o meio circulante, deve ser mantido adequado e adaptado para o uso de todos os alunos, funcionários e visitantes, independente de suas condições físicas, haja vista ser a acessibilidade uma questão de cidadania plena e de inclusão social.

A temática da acessibilidade não é uma mera questão de se prover ao meio circulante rampas, sinalizações, mobiliário e pisos adequados à boa norma técnica ou à legislação. Trata-se, corroborando com Lopes (2013), de uma questão maior, de tornar o *campus* mais democrático e mais inclusivo.

Conclui-se que a situação de inacessibilidade é evidente no *Campus* João Pessoa do IFPB, estando este muito aquém de cumprir as disposições contidas na legislação vigente, mais especificamente na NBR 9050 (ABNT, 2004), e que o diagnóstico elaborado poderá servir como ferramenta de referência na tomada de decisão por parte dos gestores institucionais, com vistas a modificar a situação inacessível hoje existente.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 9050 – Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos**. Rio de Janeiro, 2004.

BRASIL. **Lei 10.098**, de 19 de dezembro de 2000. Estabelece normas gerais e critérios básicos para a promoção da acessibilidade das pessoas portadoras de deficiência ou com mobilidade reduzida, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 20 de dezembro de 2000.

BRASIL. **Decreto nº. 5.296**, de 2 de dezembro de 2004. Regulamenta as Leis nos 10.048, de 8 de novembro de 2000, que dá prioridade de atendimento às pessoas que especifica, e 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, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 3 de dezembro de 2004.

COSTA, A. D. L.; MEIRA, F. A. A importância de formar profissionais comprometidos com a acessibilidade e a inclusão social. In: **Revista Extensão Cidadã**. João Pessoa: UFPB, 2010.

Disponível em:

<<http://periodicos.ufpb.br/ojs2/index.php/extensaocidada/search/authors/view?firstNa>

me=Flora%20Alexandre&middleName=&lastName=Meira&affiliation=&country=BR>.

Acesso em: outubro, 2012.

DISCHINGER, M.; BINS ELY, V. H. M.; BORGES, M. M. F. C. **Manual de acessibilidade espacial para escolas**: o direito à escola acessível. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Especial, 2009.

LOPES, L. D. **A mobilidade e a acessibilidade na Faculdade de Engenharia da UFJF**. 2013. 54 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Civil) – Faculdade de Engenharia, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

MONT'ALVÃO, C. Acessibilidade no ambiente construído. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE PESQUISA E DESENVOLVIMENTO EM DESIGN, 7., 2006, Curitiba. **Anais...** Curitiba: 2006.

POLIA, A. A.; GALVÃO, C. R. C. Acessibilidade no ambiente construído: o papel da terapia ocupacional e a aplicação da tecnologia assistiva. In: COSTA, A. D. L.; ARAÚJO, N. M. C. (Org.). **Acessibilidade no ambiente construído**: questões contemporâneas. 1. ed. João Pessoa: IFPB, 2013. p. 99-119.

SARMENTO, B. R.; COSTA, A. D. L. Discutindo o lugar do pedestre nas estruturas de circulação urbana. In: COSTA, A. D. L.; ARAÚJO, N. M. C. (Org.). **Acessibilidade no ambiente construído**: questões contemporâneas. 1. ed. João Pessoa: IFPB, 2013. p. 37-55.

SOUZA, L. A.; THOMÉ, A. V. Análise das Condições de Acessibilidade no Ambiente Urbano da Área Central de Blumenau. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL, 7., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: NUTAU/USP, 2008.

VERGARA, S. C. **Projetos e relatórios de pesquisa em administração**. 11. ed. São Paulo: Atlas, 2009.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

AUTORREGULACIÓN DE LA CALIDAD DEL PRODUCTO Y EL SERVICIO POSVENTA EN LA CONSTRUCCIÓN EN COLOMBIA

BOTERO, Luis Fernando (1); VÁSQUEZ, Alejandro (2)

(1) Universidad EAFIT, (57 4) 2619500 ext. 9659, e-mail: lfbotero@eafit.edu.co

(2) Universidad EAFIT, e-mail: avasqu12@eafit.edu.co

RESUMEN

En Colombia, la falta de herramientas para el análisis de las solicitudes posventa hacía inviable el propósito de identificar los casos más frecuentes, estudiar sus causas, determinar los costos asociados y plantear propuestas de solución al interior de las compañías constructoras. El presente artículo expone los alcances del proyecto desarrollado de manera colaborativa con 30 empresas constructoras colombianas, constituyéndose en el primer ejercicio de autorregulación del sector en el país. En primera instancia se presenta el estado de las garantías de bienes inmuebles en Colombia y, posteriormente, se exponen las propuestas desarrolladas para el manejo de las problemáticas identificadas relacionadas con el asunto de las garantías expuesto: la dificultad para la identificación de un caso de garantía, a través del desarrollo del Manual de Tolerancias para edificaciones en Colombia; la incidencia del habitante en la conservación de las calidades del inmueble y de la efectividad de la garantía, a través del desarrollo de las fichas del Manual del Usuario; y la gestión efectiva de los casos de posventa presentados, a través del desarrollo del portal web observatorio de solicitudes posventa.

Palabras-clave: Garantía, indicadores, reclamos, tolerancias

ABSTRACT

In Colombia, the lack of tools for analyzing post sales claims, does not allow the identification of most frequent cases, the study of its causes, determine the associated costs and proposing solutions in construction companies. This paper presents the scope of research project which was developed collaboratively with 30 Colombian construction companies, becoming the first exercise of self-regulation in the country. Firstly, the state of warranties in Colombian real estate projects is presented; secondly, developed proposals for the management of post sales conflicts identified problems related to the difficulty in identifying a warranty through the development of the Handbook of Construction Tolerances for buildings in Colombia, the incidence of residents in preserving the qualities of the property and the effectiveness of warranty, through the development of the User Manual, and the effective of post sales management cases presented, through the development of a post sales claims observatory web portal.

Keywords: Claims, indicators, tolerances, warranty

1 INTRODUCCIÓN

La Ley 1480 de 2011, Nuevo Estatuto del Consumidor, en vigencia desde el 12 de abril de 2012, constituyó una antesala para que en Colombia se impulsara con soporte legal el tema de las garantías de bienes inmuebles, temática abordada en el proyecto Construgarantías, el cual es una iniciativa de trabajo de investigación aplicada de carácter colaborativo en el que participaron 30 empresas constructoras colombianas bajo la coordinación de la alianza entre un grupo de investigación y un centro de desarrollo tecnológico, con el apoyo de la Cámara Colombiana de la Construcción (Camacol)

regional Bogotá - Cundinamarca, la Lonja de Propiedad Raíz de Medellín y Antioquia, y el Clúster de la Construcción de la Cámara de Comercio de Medellín.

El presente artículo expone las propuestas desarrolladas en el proyecto Construgarantías para el manejo de tres problemáticas identificadas con relación a la reclamaciones posventa por falta de calidad en elementos de acabados de un bien inmueble: criterios subjetivos para evaluación de calidades, incidencia del habitante en la conservación de las calidades del inmueble y gestión efectiva para la disminución de los casos de posventa.

2 MARCO TEÓRICO

El concepto de calidad en la construcción está sujeta a “la voluntad del productor o las exigencias del cliente, o la conjunción de ambas” (GAJARDO y SERPELL, 1990). Algunos autores han relacionado la calidad con las características “del producto y servicio provenientes de mercadeo, ingeniería, manufactura y mantenimiento que estén relacionadas directamente con las necesidades del cliente” (FEIGENBAUM, 1999), “y que por eso brindan satisfacción del producto” (JURAN, 1993). Se entiende entonces, como lo expresa Gajardo y Serpell (1990) como: “el equilibrio entre las necesidades del consumidor y los medios de que dispone el fabricante” y menciona además, “Se habla de equilibrio, ya que es necesario que se establezca un punto que sea intermedio entre lo que el consumidor requiere y las posibilidades o medios para satisfacer esos requerimientos” y, en consecuencia, “es necesario una definición que sea objetiva, de manera que se pueda medir de alguna forma la calidad” (GAJARDO y SERPELL, 1990).

En el sector de la construcción, la calidad vista desde las fases de diseño y construcción se expresa en los costes relacionados a la no calidad: reprocesos, desperdicios, prorrogas en tiempos de ejecución, variabilidad en características físicas y mecánicas de productos (YEPES y PELLICER, 2005). Por ello, empresas constructoras han involucrado en sus procesos sistemas o estrategias de calidad como 5's, Kaizen, Premios de Calidad, Normas ISO 9000 Reingeniería, Seis Sigma, según Corral (2004) citado en García y Solís (2008); pudiendo haber empresas certificadas bajo la norma ISO 9001 (GARCÍA y SOLÍS, 2008). Si bien, algunos de esos sistemas son propios de otras industrias, se han hecho ejercicios de adaptación (MELLADO, 2013) con el fin de afianzar la calidad de los productos a partir de una mejora continua (YEPES y PELLICER, 2005). El Tecnológico de Monterrey y la Cámara Nacional de la Industria de Desarrollo y Promoción de Vivienda de México han creado la metodología denominada 3Cv+2 que busca establecer en los niveles operativos de la construcción criterios que permitan reducir la variabilidad del proceso de construcción, y además permita de manera sistemática, y en un proceso de mejora continua, evaluar el desempeño de calidad en proyectos de construcción de vivienda (GARCÍA y SOLÍS, 2008).

Comenzada la fase de uso la falta de calidad se asocia con los conceptos de garantía y reclamo posventa. Al respecto se encuentra que el manejo dado al tema se centra en la determinación de los plazos de garantía que deben ser ofrecidos por parte del constructor al adquiriente de un bien inmueble, como se evidencia en documentos como el Código civil de Argentina (Ley 340, 1869), el Código Civil (Ley N° 10406, 2002) y el Código de defensa del consumidor (Ley N° 8078, 1990) de Brasil, la Ley general de urbanismo y construcciones y sus modificaciones de Chile (Ley 458, 1975), la Ley de ordenación de la edificación de España (Ley 38, 1999), la Ley federal de protección al consumidor de México (1992), el Reglamento nacional de edificaciones de Perú (Norma

G.010), el Código civil de Uruguay (1995), el Código civil (1982) y Ley orgánica de ordenación urbanística (1987) de Venezuela. Sin embargo, si bien estos planteamientos regulatorios establecen plazos específicos de garantía, en términos prácticos existen incertidumbres frente al manejo que se le debe dar al tema por parte de las empresas constructoras, ya que no ofrecen ninguna claridad al respecto de cuándo una desviación presentada constituye un caso de garantía.

La incertidumbre frente a la identificación de un caso de garantía tiene que ver con criterios subjetivos para diferenciar entre las desviaciones que deben ser tolerables y las que no, debido a la esencia misma de muchos de los procesos llevados a cabo en la construcción, algunos de ellos de corte artesanal, que hacen inviable que en los parámetros de recibo se exija cero desviaciones. Documentos como Handbook of Construction Tolerances (BALLAST, 2007), Guide to standards & tolerances (BUILDING COMMISSION, 2007) y Manual de Tolerancias para Edificaciones (CDT y CCHC, 2013) han buscado establecer, de manera objetiva, medible, los rangos de desviaciones máximos, es decir, los niveles mínimos de calidad a partir de las capacidades del sector de la construcción y los requerimientos del cliente.

Asimismo, dicha incertidumbre se relaciona con la falta de relacionamiento entre la efectividad de la garantía con la dimensión de uso del inmueble, es decir, la incidencia del habitante en el deterioro o conservación de las calidades en el tiempo. La entrega oficial de un inmueble debe estar acompañada de un manual de usuario que contenga las garantías y la responsabilidad del cliente con el mantenimiento y uso del bien (DUQUE et al., 2005). Al respecto se encuentra que entidades gubernamentales (JUNTA DE ANDALUCÍA, 2010), asociaciones gremiales (CCHC, 2007) y empresas privadas han editado manuales de uso y mantención para viviendas y edificaciones.

Además, la calidad tiene directa relación con la gestión de las reclamaciones posventa, ya que un adecuado registro y particularización de cada evento posventa que permita un análisis detallado de los casos, constituye una herramienta eficaz para identificar problemáticas y tendencias, y actuar oportunamente en procura de una constante disminución de los casos presentados. Al respecto se encuentran trabajos que han analizado las estrategias de gestión de posventas implementadas en diferentes países (RODRIGUEZ, RUSTKOVIC y FERNÁNDEZ, 2010), así como propuestas para el establecimiento de mapas de gestión, formularios de operación, métodos de clasificación y análisis, definición de índices de medición (DUQUE et al., 2005) y estrategias de tratamiento preventivo (RODRIGUEZ et al., 2010).

3 OBJETIVAR LOS CRITERIOS DE ACEPTACIÓN Y RECHAZO

La aplicación directa del tema de las garantías de bienes inmuebles en proyectos de construcción, debe inicialmente enfrentarse con una frecuente escena de incertidumbre: donde ubicar el límite entre lo que debe ser aceptado y lo que debe ser rechazado, siendo este rechazo el que en términos prácticos da origen al asunto de la garantía.

El sector constructor cuenta con lógicas diferentes en sus procesos de producción que hacen que constituya un caso aparte dentro de la industria de elaboración de bienes, que acarrea que no existan plenas coincidencias respecto a las formas de producción de la industria manufacturera tradicional, que integra lógicas de sistematización de procesos, supervisión y control y, por ende, condiciones en términos de posibilidad de prever y garantizar resultados en términos de calidad, composición, dimensión, apariencia y propiedades de los productos fabricados. En la industria de la construcción la naturaleza

misma de las actividades realizadas hace que el factor humano juegue un papel fundamental, en cuyas manos se deposita directamente el peso de la calidad de muchas de las actividades ejecutadas, especialmente en la fase de acabados, donde la calidad de los elementos y sistemas además de relacionarse con el idóneo desempeño de su función, también se relaciona con la apariencia, es decir, con condiciones estéticas, dimensionales y de colocación. El primer factor relacionado con la calidad, el desempeño de la función, constituye un campo en el que se minimizan los desacuerdos al respecto de las condiciones de aceptación y rechazo, ya que hay menos subjetividad al determinar si un elemento cumple o no su función, mientras que el otro factor asociado a la calidad, la apariencia, puede integrar apreciaciones y criterios de juicio más subjetivos, que acarrearán a la postre desacuerdos en tanto la aceptación o rechazo de un elemento o sistema. Es oportuno entonces precisar que las lógicas mencionadas del sector constructor imposibilitan que se pueda evitar totalmente la presencia de desviaciones en los elementos y sistemas construidos. Sin embargo, si bien no se puede exigir la inexistencia de estas desviaciones, no debe darse vía libre para que toda medida de desviación tenga que ser aceptada.

Lo anterior plantea la necesidad de incorporar el concepto de tolerancia en la calificación de la calidad de los elementos y sistemas construidos. Entendiendo que se presentan desviaciones que aunque no son deseadas deben ser aceptadas, hasta ciertos límites, siempre y cuando no interfiera en el desempeño de la función. La incorporación de este concepto exige la instrumentalización del mismo, de manera que pueda establecerse una medida cuantitativa de tolerancia, que permita la aplicación del concepto a cada elemento o sistema en particular. Dichas medidas de tolerancias constituyen entonces los rangos de error admisibles, es decir, el valor máximo permitido de una desviación, a partir del cual el elemento o sistema no debe ser aceptado.

Con base en lo anterior, se desarrolló el Manual de Tolerancias para Edificaciones en Colombia. Este documento, tiene como objetivo vincular la dimensión subjetiva, en la que la calidad es relacionada con aspectos estéticos, con mediciones efectivas, de manera que pueda presentarse como un punto de vista objetivo que permita mediar entre dos perspectivas diferentes que confluyen al momento de la entrega de un bien inmueble: lo que el cliente quiere y lo que el constructor ofrece.

Los valores consignados fueron establecidos a partir del análisis de las capacidades de producción de la industria proveedora de insumos para el sector constructor, de los alcances de las prácticas constructivas de las empresas en el ámbito nacional y del estudio de referentes internacionales.

Se estudiaron las diferentes desviaciones presentadas en elementos de acabados y se establecieron variables específicas como insumo de evaluación aplicable a cualquier elemento de acabado: ancho de juntas, verticalidad, horizontalidad, planeidad, rectitud, paralelismo, escuadría, alineación, resalto y espacios puntuales en uniones.

Posteriormente, se definieron las familias que agrupan las actividades constructivas propias de la fase de acabados: Familia 1: Puertas, ventanas, cabinas y frentes de closets, Familia 2: Interiores de muebles, Familia 3: Muebles baño y cocina, Familia 4: Recubrimientos, Familia 5: Pisos, Familia 6: Cielos, Familia 7: Zócalos o guardaescobas, Familia 8: Pirlanes y Familia 9: Muros.

La especificación del elemento utilizado fue dejada como un dato expresado directamente por los proyectos. Cuando se habla de especificación de la familia, se hace mención al material y/o método constructivo utilizado, es decir, ala de madera entablada y marco de aluminio serían ejemplos de especificaciones de la Familia 1.

Esto planteó la posibilidad de no cerrar la entrada de ninguna actividad, sino que fuera el medio mismo quien se pronunciara en cuanto a cuales eran las especificaciones de cada familia utilizadas en los proyectos, siendo contempladas dentro del manual aquellas especificaciones de las cuales se levantarán datos suficientes para tener un análisis estadístico confiable.

Las variables especificadas fueron medidas en elementos de las familias de acabados definidas, en proyectos de 24 empresas constructoras colombianas, con una cobertura de 54 proyectos; 15 empresas y 33 proyectos en la ciudad de Medellín, y 9 empresas y 21 proyectos en la ciudad de Bogotá.

4 INCIDENCIA DEL HABITANTE EN LA CONSERVACIÓN DE LAS CALIDADES DEL INMUEBLE

Las condiciones de calidad de los elementos o sistemas de los bienes inmuebles, relacionadas con el desempeño de la función y la apariencia, no se mantienen invariables en el tiempo, ya que la finalidad misma de su elaboración es precisamente desempeñar su función en interacción con los sujetos que habitan y/o usan. Se habla entonces de la etapa de uso, que debe ser entendida como una etapa de exposición de los elementos y sistemas a agentes típicos de deterioro, es decir, relacionado con el adecuado uso de los elementos y sistemas en el transcurso del tiempo. El sostenimiento de la calidad, además de relacionarse con un correcto diseño, especificación y ejecución de los proyectos, depende además del habitante, el cual no necesariamente tiene conocimiento acerca de parámetros adecuados de uso, frecuencia de los procedimientos de mantenimiento, productos apropiados para dichos procedimientos, entre la gran diversidad de factores que coinciden en lo referente al uso de un inmueble. Un bien inmueble integra diversos materiales, elementos y sistemas, que señalan como urgente una clara instrucción al habitante en tanto las condiciones adecuadas para su uso y mantenimiento. El ceñirse a las instrucciones dadas debe constituir una obligación del usuario, es decir, que de ello depende la permanencia de la efectividad de la garantía durante el término establecido legalmente.

Debido a la combinación de materiales y sistemas, que difieren de proyecto en proyecto y que acarrearán instrucciones de uso y mantenimiento diferentes, se desarrolló un manual conformado por fichas, elaboradas para las diversas combinaciones posibles, de manera que cada empresa para la elaboración del manual del usuario particular de un proyecto, procediera a seleccionar de las fichas elaboradas aquellas coincidentes con las especificaciones del proyecto en cuestión. Las combinaciones hacen referencia a las diferentes especificaciones de cada sistema.

Cada una de las fichas cuenta con una descripción general del elemento o material, a través de la cual se busca exponer los rasgos característicos que deben ser conocidos por el usuario. Cuenta además con un listado completo de obligaciones, en donde se puntualizan las acciones que el usuario debe llevar a cabo (especificaciones de limpieza, rutinas de mantenimiento, entre otros) y las que debe evitar, bajo la advertencia de que el daño o deterioro sufrido en algún elemento producto del no cumplimiento de una de las obligaciones enunciadas acarrea la pérdida de la efectividad de la garantía ofrecida. Adicionalmente, la ficha cuenta con un listado de recomendaciones, las cuales no son de obligatorio cumplimiento, es decir, no están ligadas a la efectividad de la garantía, sino que constituyen consejos o advertencias frente al manejo, tratamiento y cuidado del elemento en cuestión, para mejorar su apariencia y prolongar su vida útil y buen funcionamiento. En total fueron desarrolladas fichas para 140 combinaciones, que

abarcan casi la totalidad de las combinaciones especificadas para proyectos en el ámbito colombiano.

5 GESTIÓN EFECTIVA DE LOS CASOS DE POSVENTA PRESENTADOS: OBSERVATORIO CONTROL DE SOLICITUDES POSVENTA

Una vez que se tiene claro cuándo una desviación es no tolerable y cuándo dicha desviación es imputable al constructor, y no al usuario, es decir, cuándo se consolida una posventa por la cual se debe dar garantía, el campo faltante a abordar es la gestión de los casos de posventa, de manera que pueda tenerse información real acerca de los casos presentados: cuáles son los más frecuentes, en que materiales, en que elementos, cuál es la causa, cuál es el costo de la solución, entre otros, permitiendo, a partir de analizar los datos de eventos presentados, identificar tendencias, los casos más frecuentes, sus causas, los costos asociados y plantear acciones encaminadas a disminuir su ocurrencia.

Con la finalidad de que los datos ingresados por parte de las empresas permitieran la generación de información útil para el seguimiento de los casos dentro de las empresas y, además, la generación de información sectorial, se desarrolló el portal web Observatorio Control de Solicitudes Posventa, diseñado con el objetivo de capturar datos sobre reclamos realizados por los adquirientes de los inmuebles durante el período de garantía. Dicha plataforma está compuesta por un módulo de acceso de datos, en donde se individualiza cada evento en términos del elemento relacionado con el reclamo, el grupo al que pertenece, el material en el que está fabricado, el daño presentado, la causa encontrada, el agente causante (diseño, especificación, mano de obra, práctica constructiva), el costo de la solución y el procedimiento de reparación.

Como complemento a este módulo, se desarrolló el Módulo de reportes, cuya finalidad es generar análisis estadísticos e informes con indicadores, que permiten analizar tendencias de reclamaciones en los proyectos de construcción e identificar procesos constructivos, materiales y contratistas con debilidades. Todo ello enfocado a un incremento en los niveles de calidad de las obras de construcción.

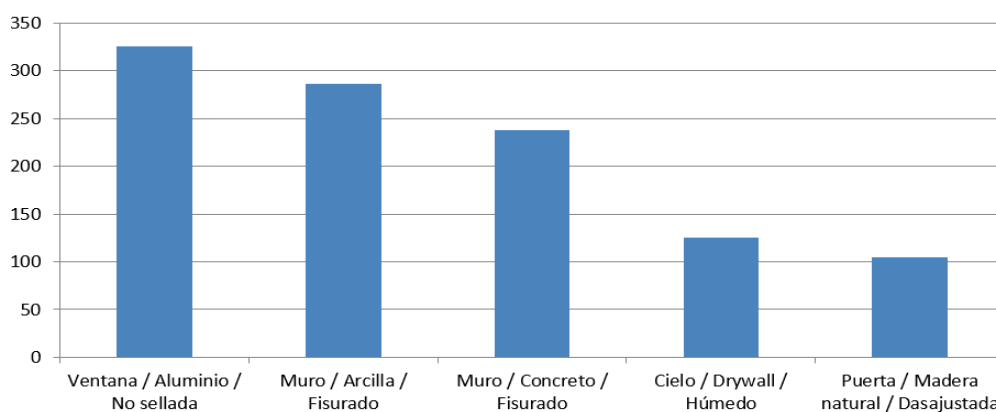
El Modulo de reportes fue diseñado bajo la premisa de generar indicadores y reportes flexibles y personalizados, en tres escalas diferentes: informes de obra, empresariales y sectoriales, ejecutados por los usuarios Obra, Empresa y Administrador (usuario del grupo de investigación), respectivamente.

Se gestiona a través del software Microsoft Report Builder, a través del cual los usuarios de la plataforma pueden hacer cualquier combinación con cada uno de los datos de entrada mencionados anteriormente, de manera que pueden construir reportes a la medida. Sin embargo, también se pensó en algunos reportes que estuvieran ya diseñados y que solo fuera necesario ejecutarlos. Estos, fueron seleccionados a partir de estudiar los indicadores más utilizados por las empresas en la gestión de sus posventas.

El sitio web del observatorio de Solicitudes Posventa cuenta con dos ambientes: pruebas (<http://pruebas-observatorio.com.co>) y producción (www.observatorio.com.co).

Figura 1 – Ejemplo de informe sectorial. Eventos por tipología de proyectos

TIPOLOGÍA PROYECTO	ELEMENTO	MATERIAL	DAÑO	CANTIDAD	CANTIDAD TOTAL
VIP	Ventana	Aluminio	No sellado	134	325
NO VIS	Ventana	Aluminio	No sellado	118	
VIS	Ventana	Aluminio	No sellado	73	
NO VIS	Muro	Arcilla	Fisurado	286	286
NO VIS	Muro	Concreto	Fisurado	96	238
VIS	Muro	Concreto	Fisurado	78	
VIP	Muro	Concreto	Fisurado	64	
NO VIS	Cielo	Drywall	Húmedo	125	125
NO VIS	Puerta	Madera natural	Desajustado	105	105



Fuente: Elaboración propia

6 CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto Construgarantias constituye el primer ejercicio de autorregulación de la industria de la construcción en Colombia, concebido bajo el propósito de establecer pautas y metodologías claras tendientes a la disminución de las reclamaciones por medio la utilización de estándares que delimiten técnicamente los procesos constructivos, determinen el alcance de las garantías de los proyectos e informen a los compradores sobre las características del bien a adquirir y sus partes, en cuanto a su comportamiento, funcionamiento y conservación, enmarcado en la reciente regulación establecida (Ley 1480 de 2011).

Las empresas participantes en el proyecto han comenzado a medir las desviaciones presentes en los componentes de los inmuebles, con la finalidad de determinar el alcance de sus prácticas constructivas y establecer si exceden o no los máximos valores de desviación permitida, consignados en el Manual de Tolerancias.

A medida que las empresas se han familiarizado con el funcionamiento del portal web Observatorio Control de Solicitudes Posventa y se ha generalizado su uso, también han emergido fuerzas de oposición y resistencia ante el cambio, debido a la costumbre de gestionar sus reclamos posventa a través de otros sistemas. Esto ha permitido que se desarrollen interfaces que permitan conectar automáticamente los datos de los sistemas de información de las empresas en cuanto a la identificación de proyectos, clientes y fechas de entrega y reclamos, con los datos del observatorio, evitando doble digitación.

Los Informes sectoriales, que integran la información reportada en la plataforma por todas las empresas participantes de proyecto, son ejecutados periódicamente y

socializados con las empresas. Estos han permitido identificar las actividades, materiales y/o procesos que deberán ser abordados, prioritariamente, en la tarea de establecer tolerancias, manuales de uso y mantenimiento, en futuras fases del proyecto.

Se ha manifestado la intención de que el proyecto Construgarantias se convierta en una estrategia sectorial permanente, así como la conveniencia de crear el sello Construgarantias, el cual acredite el cumplimiento de este acuerdo privado, que tiende a mejorar la calidad de proyectos inmobiliarios.

REFERENCIAS

- BALLAST, D. **Handbook of Construction Tolerances**. John Wiley & Sons, Inc.: New Jersey, USA, 2007.
- BUILDING COMMISSION. **Guide to standards & tolerances**. Melbourne Victoria, Australia, 2007.
- CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN (CCHC). **Manual de uso y Mantención de la vivienda**. Chile, 2007.
- CORPORACIÓN DE DESARROLLO TECNOLÓGICO (CDT), CÁMARA CHILENA DE LA CONSTRUCCIÓN (CCHC). **Manual de Tolerancias para Edificaciones**. Santiago de Chile, 2013.
- DUQUE, M; ARANGO, N.; MORALES, M.; ORTIZ, J.; BERNAL, C.; M. y ALDANA, J. Sistema de gestión de las reclamaciones posventa en empresas de construcción. **Revista EIA**, v. 2, n. 4, p. 67–80, 2005.
- FEIGENBAUM, A. **Control total de la calidad**. Compañía Editorial Continental, Ed, (3ª ed.), 1999.
- GAJARDO C. y SERPELL B. Conceptos generales acerca de la calidad en la construcción. **Revista Ingeniería de Construcción**, n. 9, Jul/Dic. 1990.
- GARCÍA, S. y SOLÍS, J. 3Cv+2: modelo de calidad para la construcción de la vivienda. **Revista Ingeniería de Construcción**, v. 23, n. 2, p. 102-111, Ago. 2008.
- JUNTA DE ANDALUCÍA. **Manual general para el uso, mantenimiento y conservación de edificaciones destinadas a vivienda**. Consejería de Vivienda y Ordenamiento del Territorio - Dirección General de Vivienda y Arquitectura (4ª ed.), 2010.
- JURAN, J. **Manual de Control de Calidad**. McGraw-Hill (4ª ed.). Madrid, 1993.
- MELLADO, E. Hacia la Gestión de la Calidad en los Procesos Constructivos. **Revista Ingeniería de Obras Civiles**, v. 3, 2013.
- RODRIGUEZ F.; RUSTKOVIC, P. y FERNÁNDEZ, J. La gestión de las garantías, las reclamaciones y los daños en los proyectos inmobiliarios. En: XIV INTERNATIONAL CONGRESS ON PROJECT ENGINEERING. Madrid, 2010.
- YEPES, V. y PELLICER, E. Aplicación de la metodología seis sigma en la mejora de resultados de los proyectos de construcción. En: IX CONGRESO INTERNACIONAL DE INGENIERÍA DE PROYECTOS. Málaga, 22, 23 y 25 de Junio de 2005, libro CD, 9 pp. ISBN: 84-89791-09-0, 2005.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

PROJETOS LINEARES: ANÁLISE DA PRIORIZAÇÃO DE ATIVIDADES CRÍTICAS UTILIZANDO O MÉTODO DELPHI

MELO, Humberto Coelho de (1); ANDERY, Paulo Roberto Pereira (2)

(1) Instituto Federal de Minas Gerais, +55 37 3371 3755, e-mail: humberto.melo@ifmg.edu.br

(2) Universidade Federal de Minas Gerais, e-mail: paulo@denc.ufmg.br

RESUMO

O atual cenário econômico exige o aumentada competitividade de empreendimentos destacando-se, pela complexidade, os “projetos lineares”, os quais ocupam grandes extensões como as ferrovias. Visando fazer uma análise junto a especialistas, no sentido de identificar quais são as atividades mais relevantes na determinação do escopo de projeto conceitual (FEL-2), realizou-se pesquisa do tipo *Survey* com base no método Delphi, o qual consiste na aplicação de questionário interativo, circulando repetidas vezes pelo grupo de peritos até que haja uma convergência das respostas. Os participantes da pesquisa foram escolhidos conforme os seguintes critérios: “experiência em projetos ferroviários”; “experiência em outros projetos”; “brasileiros”; “estrangeiros”; “experiência na metodologia FEL”. Foi demonstrado que o tema pode trazer ganhos significativos para o desenvolvimento desses projetos, além de gerar potencial de aumento da qualidade e acurácia dos produtos de engenharia. A pesquisa realizada indicou as seguintes disciplinas com tendência de serem as mais relevantes: “Análise e definição das diretrizes de traçado”; “Estudos geológicos e geotécnicos para o projeto conceitual em FEL-2”; “Estudos e seleção de alternativas técnicas”; “Topografia”; “Projeto geométrico”. Concluiu-se ainda que a priorização das disciplinas do projeto deve levar em consideração a relevância das mesmas em relação às peculiaridades de cada empreendimento.

Palavras-chave: Priorização de atividades, projetos lineares, projetos de infraestrutura, método Delphi.

ABSTRACT

Increasing competitive edge is needed due to the actual economic scenario around the world. Due to its complexity, the linear projects which occupy long stretches, such as railways, are highlighted. This paper presents a survey based on the Delphi method, what consists in applying an interactive questionnaire, rounding many times around the group of experts until get converging answers. The proposal is to develop an analysis based on experts opinion, aiming of which activities are more relevant to define the scope of work of conceptual projects (FEL-2). The experts were chosen according to the following criteria: “experienced on railway projects”; “experienced on other projects”; “Brazilian”; “foreigner”; experienced on FEL methodology”. It was demonstrated that this theme should bring important gains for these projects development and also it generates the potential of increasing quality and accuracy of engineering products. This survey indicated the following disciplines as trends of being the most relevant ones: “Alignment studies”; “Geological and geotechnical studies for conceptual projects in FEL-2”; “Trade-offs for technical solutions”; “Topography”; Geometric design”. This paper concludes that prioritize disciplines must consider their relevance to the specific reality of each project.

Keywords: Activities prioritization, linear projects, infrastructure projects, Delphi survey.

1 INTRODUÇÃO

Uma das exigências resultantes da melhoria nas formas de gestão de empreendimentos complexos e de grande porte é a otimização no uso dos recursos disponíveis, quer seja do ponto de vista de recursos de engenharia, quer seja em termos dos investimentos que

configuram o CAPEX (*capital expenditure*) desses empreendimentos. Na aplicação dos recursos deve-se agregar maior qualidade e competitividade aos empreendimentos quando em operação e maximizar o retorno aos seus interessados.

Nesse contexto inserem-se os projetos lineares, em alguns casos identificados como projetos de infraestrutura. Consideram-se, neste artigo, projetos lineares aqueles que possuem uma extensão que abranja várias comunidades, bairros, municípios, estados ou países. São exemplos de projetos lineares as ferrovias, rodovias e adutoras.

A gestão destes projetos desde os estudos de viabilidade até sua operação é complexa e a chave para reduzir a complexidade e aumentar o sucesso passa pela simplificação do processo de projeto. Essa afirmação vai de encontro ao observado nos estudos de Giezen (2011), Vidal *et al.* (2011) e Dimitriou *et al.* (2013) e à proposta deste trabalho que é verificar, baseado na opinião de especialistas, se há disciplinas de engenharia na etapa de FEL-2 mais relevantes para o sucesso destes empreendimentos e, se há, sugerir quais devem ser priorizadas.

Assume-se que o desenvolvimento do conceito do empreendimento, o desenvolvimento das possíveis soluções projetuais e o desenvolvimento da engenharia básica seguem o modelo do *Front-End-Loading (FEL)*, largamente usado no desenvolvimento de projetos de capital. O método foi objeto de pesquisas recentes: veja-se, por exemplo, Romero (2010).

As etapas do modelo FEL são descritas de forma detalhada por Romero (2010), Merrow (2011) e Labadessa (2008), sendo as etapas resumidas a seguir segundo Romero (2010):

- FEL-1: estudo de viabilidade técnica e econômica em que, ao final, define-se a oportunidade de investimento;
- FEL-2: projeto conceitual de engenharia em que se define o escopo a ser construído e seleciona a melhor alternativa locacional e tecnológica;
- FEL-3: projeto básico de engenharia em que se realiza o detalhamento do escopo definido em FEL-2.

Como o *Front-End-Loading* é complexo e demanda o desenvolvimento de muitas atividades nas distintas disciplinas de projeto, torna-se importante definir quais atividades são mais críticas, por impactarem no próprio custo de desenvolvimento das soluções, no investimento total no empreendimento e/ou em seu prazo de execução.

Desenvolver a engenharia conceitual respeitando as particularidades de cada projeto tende a aumentar a segurança na tomada das decisões e, conseqüentemente melhorar a assertividade nos investimentos a serem realizados, o que torna o tema relevante para a indústria de uma forma geral.

Nesse sentido o presente trabalho apresenta parte dos resultados de um projeto de pesquisa, abordando os resultados de um *survey* conduzido com a utilização do método Delphi.

Baseado na opinião de especialistas, o artigo trás à tona a necessidade de abordagem de análise dos riscos associados ao ambiente onde o empreendimento será construído para se definir as ações necessárias para o desenvolvimento da engenharia conceitual.

Ressalta-se que, do ponto de vista acadêmico, o trabalho eventualmente poderá dar subsídios para a priorização de atividades em projetos de outra natureza como é o caso de edificações complexas.

2 BREVE REFERENCIAL TEÓRICO

A realização de projetos com sucesso depende de diversos fatores, o que pode ser observado em Dimitriou *et al.* (2013) que concluem em seu estudo sobre a dependência do sucesso dos projetos em relação ao quão bem seus riscos, incertezas e complexidades são endereçados durante as tomadas de decisões. Estes autores também ressaltam a necessidade de uma mudança dramática na condução de megaprojetos em relação à forma que os mesmos são posicionados, formatados, planejados e julgados.

Projetos dessa natureza se tornam mais complexos em razão da quantidade de variáveis a serem geridas conforme descrito por Dimitriou *et al.* (2013), enquanto que Vidal *et al.* (2011) descreve que “a complexidade do projeto é a propriedade do projeto que o torna difícil de entender, prever e manter seu comportamento sobre controle, mesmo quando se detém informações completas sobre o sistema do projeto.”

Em contrapartida Giezen (2011) descreve que reduzir a complexidade significa que há poucas variáveis desconhecidas e a serem definidas, e então o projeto e seu planejamento se tornam mais fáceis de gerir, confirmando as afirmações de Vidal *et al.* (2011).

Giezen (2011) descreve que os projetos de infraestrutura custam muito caro, levam muito tempo para serem concluídos e não entregam o que foi prometido aos seus patrocinadores, levando a uma visão negativa da gestão destes empreendimentos.

Para minimizar esses efeitos negativos Giezen (2011), convergindo com Vidal *et al.* (2011) e Dimitriou *et al.* (2013), propõe que manter o projeto simples é a chave para o sucesso em termos de atingir os custos e os prazos planejados e, manter a simplicidade significa reduzir a complexidade por meio de reduzir as incertezas e as variáveis do projeto a serem gerenciadas.

Projetos ferroviários

Conforme observado em Profillidis (2006), os principais estudos para implantação de um empreendimento ferroviário são os estudos de mercado, operacionais e de engenharia, planejamento da operação e da manutenção, os estudos socioambientais e os procedimentos de licenciamento ambiental.

Convergindo com os estudos citados por Profillidis (2006), observa-se em Bonnet (2005) que em estágios iniciais dos estudos de uma ferrovia, inclusive em projetos conceituais na etapa de FEL-2, a melhor rota deve ser escolhida, o que será determinado em função de restrições técnicas, físicas e socioambientais.

Profillidis (2006) cita como exemplos de projetos ferroviários a construção de uma nova ferrovia, melhoria de vias, um novo pátio de cruzamento ou uma nova instalação fixa, um novo túnel, uma nova ponte, uma nova estação de trem, a eletrificação de uma linha ou a implantação de sistema de sinalização. Bonnet (2005) cita como disciplinas de engenharia: Estação ferroviária; Material rodante; Oficinas e entrepostos; Via permanente; Terraplenagem, drenagem e vedação/cercamento; Pontes e estruturas; Túneis; Eletrificação; Sinalização e controle de trens; Sistemas e comunicações; Elevadores, escadas rolantes e bombas; Ventilação e respiro (*DraughtReliefShafts*).

Em consonância com os autores citados, os produtos dos estudos de engenharia ferroviária na etapa de projeto conceitual considerados neste estudo são os descritos em Vale S.A. (2012) e abrangem os seguintes itens: Coleta de dados; Caracterização da

região em estudo (Geologia, Hidrologia, Uso e Ocupação, etc.); Estudo de traçados; Desenvolvimento da engenharia conceitual (Caracterização geológico-geotécnica, projetos geométrico, terraplenagem, drenagem, obras de contenção, obras de arte especiais, túneis, superestrutura ferroviária, soluções de interferências, telecomunicação e sinalização, aquisição e desapropriação de terreno com a determinação da faixa de domínio e estimativa de custos); Planejamento das atividades para o projeto básico.

3 METODOLOGIA

Realizou-se uma pesquisa com profissionais da área de gestão de projetos lineares, a qual se enquadra na abordagem de levantamentos tipo *survey*, usando a técnica Delphi.

Segundo Wright e Giovinazzo (2000) essa técnica “baseia-se no uso estruturado do conhecimento, da experiência e da criatividade de um painel de especialistas, pressupondo-se que o julgamento coletivo, quando organizado adequadamente, é melhor que a opinião de um só indivíduo”. Portanto, esta técnica é recomendável para os casos em que não há dados quantitativos para análise.

Trata-se de um método de aplicação de questionário interativo, o qual circula repetidas vezes por um grupo de peritos, preservando o anonimato das respostas individuais. As respostas recebem um tratamento estatístico simples e os resultados são submetidos aos participantes para uma nova rodada de análise. Este processo se repete até que a divergência de opiniões seja mínima, e então a resposta da última rodada é considerada como a resposta do grupo.

Os participantes da pesquisa Delphi foram escolhidos conforme os seguintes critérios, buscando obter um grupo heterogêneo de profissionais para aumentar a qualidade do debate de opiniões: Com experiência em projetos ferroviários; Com experiência em outros tipos de projetos lineares (rodoviários, dutos, linhas de transmissão, dentre outros); Brasileiros; Estrangeiros; Com experiência na metodologia *Front-End-Loading*.

Em seguida os formulários foram submetidos a uma lista de participantes da rede de contatos e estendido a profissionais a partir de rede social. As respostas recebidas foram tabuladas e analisadas. Um relatório consolidado das respostas foi enviado aos participantes para conhecimento juntamente com o questionário para a segunda rodada. A primeira rodada de aplicação do questionário foi realizada entre os dias 16 e 31 de março de 2014.

Os principais argumentos foram associados às diferentes tendências das respostas e foi avaliada a necessidade de aplicação de novo questionário com a inclusão de novas questões para uma segunda rodada, a qual foi realizada entre os dias 19 e 30 de abril de 2014.

A primeira etapa de aplicação de questionário foi composta por um formulário extenso, o qual continha questões de diversas naturezas com o objetivo de caracterizar o perfil dos participantes e obter a opinião dos mesmos em relação à priorização de atividades em projetos lineares.

O formulário para a primeira rodada de perguntas e respostas foi elaborado dividindo-se as perguntas em 5 temas conforme descrito a seguir: Tema 1: Projetos; Tema 2: FEL; Tema 3: Ferramenta para definição de escopo; Tema 4: Disciplinas de projeto; Tema 5: Diretrizes para o planejamento da etapa de projeto conceitual. As perguntas 8, 9 e 14 apresentadas a seguir são uma amostra do primeiro questionário.

- Pergunta 08 - Considerando as disciplinas listadas, selecione as 5 que tendem a ser mais relevantes em um projeto linear do tipo em que você tem experiência.
- Pergunta 09 - Qual o principal parâmetro considerado por você para definir as disciplinas mais importantes?
- Pergunta 14 - Dê uma nota de importância de 1 a 5 para cada disciplina de um projeto linear de engenharia, as quais foram listadas.

As perguntas 8 e 14, por exemplo, tinham o objetivo de confrontar a percepção dos participantes escolhendo as cinco disciplinas mais importantes na pergunta 8 e atribuindo notas de 1 a 5 a cada disciplina na pergunta 14. Essa estratégia foi utilizada para verificar a qualidade das respostas em relação à percepção dos participantes.

O Quadro 1 apresenta as afirmativas 15 a 22, tratadas como questões, apresentadas para que os participantes atribuíssem uma nota de grau de concordância variava de 1 (menor concordância) a 5 (maior concordância).

A segunda rodada foi composta por questionário simplificado com 6 perguntas que tinham o objetivo de confirmar algumas percepções e interpretações dos dados coletados na primeira rodada, uma vez que fora observada convergência da maioria das respostas já na primeira rodada, seguindo as práticas da metodologia Delphi.

O questionário para a segunda rodada continha 4 perguntas que visavam confirmar a percepção dos especialistas em relação ao tema 4, a pergunta 3 relacionada ao tema 1 e a pergunta 6 que estava relacionada ao tema 5 descritos anteriormente, sendo as perguntas 1 e 2 apresentadas a seguir uma amostra do segundo questionário.

- Pergunta 01 - As disciplinas indicadas como mais importantes pelos participantes que responderam à 1ª rodada foram as seguintes. Você concorda?
- Pergunta 02 - Das disciplinas listadas na questão anterior, você eliminaria alguma? Indica-la.

Na primeira rodada 134 profissionais com potencial de contribuição foram convidados a participar, sendo que desses, 47 participantes responderam ao questionário, o que representa participação de 35,1%.

Na segunda rodada, o questionário foi enviado a 37 profissionais que responderam que gostariam de receber o relatório de análise da primeira rodada. Desses, 21 profissionais responderam ao segundo questionário, o que representa participação de 56,8%.

Por fim, foram feitas as conclusões gerais das respostas aos questionários e o relatório final foi encaminhado para todos os participantes.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maioria dos profissionais que responderam ao questionário tem o seguinte perfil: brasileiro (92%), engenheiro civil (68%), especialista (*latosensu*) (45%), mais de dez anos de experiência em projetos lineares (49%), sendo que 70% possuem experiência em projetos ferroviários e 47% em projetos rodoviários, 60% dos participantes têm experiência em desenvolvimento de projetos, e 47% possuem entre 5 e 10 anos de experiência com a metodologia *Front-End-Loading*. Já 83% responderam que possuem familiaridade com os produtos de engenharia desenvolvidos em FEL-2.

Observou-se que o resultado entre as perguntas 8 e 14 colocadas foi convergente, sendo que apenas as disciplinas “Projeto geométrico” e “Terraplenagem” alternaram entre as cinco mais relevantes.

Mesmo com essa alternância, a disciplina “Projeto geométrico” apareceu na sexta colocação na pergunta 8, enquanto que a disciplina “Terraplenagem” figurou em sétimo na pergunta 14, o que demonstra que as respostas foram convergentes nas perguntas que se confrontaram.

Quando perguntados sobre qual o aspecto considerado para determinar as cinco disciplinas mais relevantes (Pergunta 9), os participantes divergiram, sendo que o percentual de respostas ficou equilibrado entre “Desenvolvimento do projeto” (32%), “Custos de construção” (26%) e “Complexidade de execução” (21%).

Nas questões 15 a 22 observou-se que houve alto grau de concordância dos participantes com as afirmativas apresentadas (Quadro 1), ou seja, convergiu-se para um alto grau de concordância em todas as afirmativas propostas.

O menor grau de concordância (GC) obtido foi 3,5 para a afirmativa 22. Essa afirmativa teve o seu texto revisado e foi submetida novamente para a análise dos participantes na segunda rodada de perguntas e respostas. O GC de cada afirmativa pode ser observado no Quadro 1.

Quadro 1 – Afirmativas 15 a 22 do primeiro questionário e seu GC

Af.	Descrição	GC
15	Antes de se iniciar a execução do FEL2 ou projeto conceitual a equipe do projeto deve se reunir para definir o plano de trabalho focando nas disciplinas de maior relevância. Deve-se avaliar a opinião de pessoas que detenham conhecimento nos quatro aspectos listados a seguir: a. O tipo de projeto a ser desenvolvido (...); b. O local onde o empreendimento será construído, os costumes, (...); c. Sobre a metodologia de desenvolvimento do projeto, no caso a metodologia FEL; d. Análise de maturidade de projetos.	4,5
16	As disciplinas listadas a seguir devem ser analisadas e um ranking de prioridades deve ser estabelecido antes da elaboração dos documentos de contratação dos serviços como as especificações técnicas, requisições, memoriais descritivos, cronogramas, planilhas de quantidade, dentre outros. Todas estão correlacionadas, contudo algumas têm interferência maior entre si. a. Análise e definição das diretrizes de traçado b. Caracterização geral complementar da região em estudo c. Topografia d. Estudos geológicos e geotécnicos (...)em FEL-2. e. (...)w. Plano de estudos geológico-geotécnicos para FEL-3.	4,4
17	Sondagens devem sempre ser realizadas em projetos lineares em FEL2, exceto em casos quando houver informações geológicas e geotécnicas anteriores, as quais devem ser suficientes para a caracterização geotécnica da obra.	4,0
18	Na etapa de FEL-2 deve ser adensada a malha de sondagens em locais críticos como, por exemplo, regiões com ocorrência de solo com baixa capacidade de suporte (solo mole). Em regiões com ocorrência predominante de solo com características favoráveis à construção e operação do empreendimento deve-se realizar a menor quantidade de furos possíveis.	3,9
19	Antes da elaboração das especificações para os projetos deve ser analisado, quando aplicável, o impacto esperado das pontes em termos de custos e na execução da obra: a. Nos casos de baixo impacto as pontes devem ser apenas locadas em planta. As alturas (...). b. Nos casos de alto impacto as pontes devem ter o seu projeto	3,7

Af.	Descrição	GC
	conceitual concluído, inclusive contemplando todos os recursos (...).	
20	As disciplinas listadas a seguir são as mais relevantes e essa é a tendência para os projetos lineares. a. Terraplenagem; b. Geotecnia e geologia; c. Topografia; d. Pontes; e. Acessos rodoviários; f. Infraestrutura.	3,8
21	Há casos em que as atividades das disciplinas mais relevantes devem ser antecipadas de FEL-3 para FEL-2 para possibilitar tomadas de decisão com maior maturidade durante e ao final dessa etapa.	4,0
22	Há disciplinas de engenharia mais relevantes, as quais devem ser tratadas em maior nível de detalhes, enquanto que as disciplinas com menor relevância podem ser incluídas como verbas na etapa de FEL2. Neste último caso os estudos e projetos para as disciplinas com pouca relevância para o projeto só deverão ser desenvolvidos na etapa de FEL-3.	3,5

As perguntas 1 e 2 da segunda rodada corroboraram e convergiram com as respostas dadas pelos participantes na primeira rodada, reafirmando as disciplinas “Análise e definição das diretrizes de traçado”, “Estudos geológicos e geotécnicos para o projeto conceitual em FEL-2”, “Topografia”, “Terraplenagem”, “Estudos e seleção de alternativas técnicas (*Trade-offs*)” e “Projeto geométrico” como as disciplinas mais relevantes para projetos lineares.

Quando perguntados (pergunta 3) sobre qual o aspecto considerado para determinar as disciplinas mais relevantes, os participantes divergiram novamente, contudo na segunda rodada, quando submetido apenas três aspectos, os participantes apontaram “Desenvolvimento do projeto” (43%), “Complexidade de execução” (43%) e “Custos de construção” (14%), invertendo a ordem dos dois últimos aspectos.

Com base na divergência notada sugere-se que deve ser determinado para cada projeto, em função de seus objetivos e especificidades, qual será o direcionamento (qual o *driver*) para o seu desenvolvimento, o que deverá ser feito com base nos objetivos do negócio e associado aos riscos do empreendimento.

Os participantes foram solicitados para apontar na pergunta 4, dentre as cinco disciplinas mais relevantes, quais as 2 mais importantes segundo sua percepção. A disciplina “Análise e definição das diretrizes de traçado” foi apontada por mais de 80% dos participantes.

Mais de 30% dos participantes apontaram na pergunta 5 que incluiriam a disciplina “Interferência” entre as mais relevantes, o que sugere que a mesma deve ser considerada sob o ponto de vista da possibilidade de a mesma ser incluída em grupos de alta relevância dependendo do caso.

A disciplina “Terraplenagem” foi apontada por 28,6% dos participantes para ser incluída entre as mais relevantes, confirmando a percepção em relação a esta disciplina nas perguntas e rodada anteriores.

Na segunda rodada 67% dos participantes disseram que concordam que as disciplinas mais relevantes devem atingir o nível esperado para projeto básico na etapa de FEL-2, enquanto que as disciplinas de menor relevância podem ser incluídas como verbas nesta fase e desenvolvidas nas etapas posteriores.

Os participantes convergiram em relação à afirmativa proposta na pergunta 6, a qual tinha o objetivo de confirmar a afirmativa 22 da primeira rodada, o que sugere que é

factível antecipar atividades de etapas posteriores para o FEL-2 para as disciplinas mais relevantes e para as disciplinas de menor relevância pode-se trabalhar com verbas como, por exemplo, índices de outros projetos com características similares.

5 CONCLUSÕES

A pesquisa realizada junto aos profissionais com experiência em diversos tipos de projetos lineares indicou as seguintes cinco disciplinas com tendência de serem as mais relevantes em projetos lineares: “Análise e definição das diretrizes de traçado”; “Estudos geológicos e geotécnicos para o projeto conceitual em FEL-2”; “Estudos e seleção de alternativas técnicas (*Trade-offs*)”; “Topografia”; “Projeto geométrico”.

Os profissionais entrevistados demonstraram que o tema de priorização de atividades em projetos lineares pode trazer ganhos significativos para o desenvolvimento desses projetos além de trazer um potencial para o aumento da qualidade dos produtos de engenharia no que tange a acurácia dos orçamentos e dos planejamentos do desenvolvimento do projeto e da construção.

A contraposição de opiniões de especialistas, bem como a submissão dos participantes a perguntas que poderiam gerar conflitos em respostas permitiu, após observar a convergência das opiniões, concluir que o método utilizado possibilitou identificar as disciplinas mais relevantes na maioria dos casos de projetos lineares, sendo que os resultados observados devem ser verificados de acordo com as especificidades de cada empreendimento.

Este trabalho é inicial e exploratório. Acredita-se que a proposta de investigar a viabilidade de priorizar disciplinas em projetos conceituais lineares foi atendida e concluiu-se sobre sua aplicabilidade.

REFERÊNCIAS

- BONNET, Clifford F. **Practical railway engineering**. 2nd Edition. Imperial College Press. London, 2005.
- GIEZEN, Mendel. **Keeping it simple? A case study into the advantages and disadvantages of reducing complexity in mega project planning**. In: International Journal of Project Management 30 (2012) 781–790. Available online at www.sciencedirect.com.
- LABADESSA, Gino. **Front-End Loading e os Elementos Críticos de Sucesso em Projetos de Capital**. Primeira Edição. 2008.
- MERROW, Edward W. **Industrial Megaprojects: Concepts, Strategies, and Practices for Success**. Estados Unidos das Américas: Ed. John Wiley & Sons, 2011.
- PROFILLIDIS, V.A. **Railway Management and Engineering**. 3^a ed. Ashgate Publishing Limited. Inglaterra, 2006.
- ROMERO, F. **Contribuição ao estudo da concepção de projetos de capital em mega empreendimentos**. Dissertação de mestrado em Construção Civil, Publicação CDU: 69(043), Departamento de Engenharia de Materiais e Construção, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2010.
- VALE S.A. **Especificação técnica para projetos conceituais ferroviários**. Brasil, 2012.
- VIDAL, L.A., MARLE, F., Bocquet, J.C., 2011. **Measuring project complexity using the Analytic Hierarchy Process**. International Journal of Project Management 29 (6), 718–727.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015– de 7 a 9 de Outubro –**SÃO CARLOS – SP**

WRIGHT, J. T. C.; GIOVINAZZO, R. A. **Delphi – Uma ferramenta de apoio ao planejamento prospectivo.** Caderno de Pesquisas em Administração, São Paulo, v. 01, nº 12, 2º trim./2000.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ESTUDO SOBRE GRAU DE MATURIDADE DO PROCESSO DE PROJETO EM EMPREENDIMENTOS DE INCORPORAÇÃO

ABDALA, João Felipe M. (1); ANDERY, Paulo (2)

(1) UFMG, (31) 34091047, e-mail: jaominas@gmail.com (2) UFMG, (31) 34091047, e-mail: pandey@ufmg.br

RESUMO

Empresas incorporadoras de médio porte têm procurado aprimorar seu processo de projeto. Passa a ser importante avaliar o grau de definição do processo de projeto, ou seja, o nível de amadurecimento das etapas do processo. Nesse contexto, o presente trabalho apresenta estudo exploratório, que serviu como piloto em pesquisa em andamento, para avaliação do nível de desenvolvimento ou grau de maturidade do processo de projeto em empresa construtora e incorporadora. Essa avaliação é feita utilizando o Project Definition Rating Index (PDRI), elaborado pelo Construction Industry Institute. Como consequência, é apresentada também análise crítica sobre a aplicabilidade da ferramenta em empreendimentos imobiliários. A pesquisa desenvolveu-se por meio de estudo de caso exploratório, onde foi mapeado o processo de projeto da empresa e implementada a avaliação prevista no PDRI. As fontes de dados englobaram entrevistas com sócios diretores e agentes responsáveis pelo processo de projeto, análise de projetos, atas de reunião, relatórios gerenciais e outras fontes de evidências. Os resultados apontam para o fato de que o PDRI é adequado para avaliar o nível de maturidade do processo de projeto, mas no caso de empreendimentos mais simples e repetitivos, simplificações podem ser feitas. Observou-se que etapas críticas do processo de projeto são negligenciadas.

Palavras-Chave: Processo de projeto, avaliação de maturidade, análise de riscos em incorporações imobiliárias.

ABSTRACT

Real estate companies are improving their design process. It becomes important to evaluate the maturity level of the design process. In this context, this paper aims presenting an exploratory study as part of ongoing research to assess the level of development and maturity of the design process in a construction company and real estate developer. This assessment was performed using the Project Definition Rating Index (PDRI), developed by the Construction Industry Institute. It is also pointed out a critical analysis of the applicability of the tool in real estate projects. The research was carried out through exploratory case study, mapping the company design process, and implementing the PDRI. Evidence sources embraced interviews with managing partners and designers, design analysis, minutes of meetings, management reports and other sources. The results point to the fact that the PDRI is appropriate to assess the level of maturity of the design process, but in the case of projects with established typology, a simplification is suggested. Moreover, it is highlighted that critical steps in the design process are neglected by the company.

Keywords: Design process, maturity level, Real Estate risk analysis

1. INTRODUÇÃO

As construtoras/incorporadoras têm aumentado a preocupação com a redução de riscos, quer seja do ponto de vista financeiro, quer seja no sentido de reduzir as incertezas no processo de projeto que impactam na redução da qualidade ou atraso nas obras. Gradativamente têm sido introduzidos métodos e ferramentas que permitam identificar e tratar riscos intrínsecos ao processo de projeto, no âmbito acadêmico e empresarial.

Uma estratégia dessa linha de ação é avaliar o grau de maturidade ou o nível de definição do processo de projeto. A existência de um fluxo de trabalho definido para o processo de projeto, no qual longo de suas etapas as atividades são desenvolvidas, proporciona a diminuição do nível de incerteza e o aumento a “maturidade” do processo associado ao nível de definição do projeto (MC GRAW HILL, 2014).

Em empreendimentos industriais isso já vem sendo feito, e a literatura aponta para vários métodos e ferramentas, como por exemplo, o caso do Front End Loading (ROMERO, 2010). Um dos métodos desenvolvidos para avaliar o nível de maturidade de um projeto é o PDRI (Project Definition Rating Index), inicialmente desenvolvido para empreendimentos industriais de grande porte e posteriormente aplicado a edificações mais complexas (CII, 2008).

Uma avaliação do nível de desenvolvimento ou maturidade do processo de projeto torna-se importante para permitir que as empresas possam adotar ações corretivas, já que com frequência essas empresas não têm macro fluxos de projeto claramente definidos, nem contemplam mecanismos formais e sistêmicos para análise de riscos na etapa de projeto (KERZNER, H, 2006).

A literatura nacional é escassa na apresentação de trabalhos que considerem o tema da avaliação do nível de definição (redução da incerteza) durante o processo de projeto, e não se tem notícias de trabalhos discutam a aplicação do PDRI a realidade de empresas incorporadoras brasileiras.

Nesse contexto, o presente trabalho apresenta um estudo exploratório sobre a utilização do PDRI como ferramenta de avaliação do nível de maturidade do processo de projeto de empreendimentos imobiliários. Esse trabalho é a primeira fase de um projeto maior que pretende desenvolver ferramentas para avaliação do grau de maturidade ou nível de incerteza dos projetos.

2. PDRI (PROJECT DEFINITION RATING INDEX)

O planejamento precoce do projeto melhora o desempenho em termos de custo e programação. A importância da definição de escopo durante as fases iniciais de um projeto e seu potencial impacto sobre o sucesso do mesmo já havia sido reconhecida na indústria, no entanto, na construção civil faltava um método prático para determinar o grau de desenvolvimento de escopo em um projeto. Como consequência da necessidade do mercado, o CII desenvolveu um *checklist* abrangente e ponderado de elementos cruciais de definição de escopo que têm que ser abordados no processo de pré-planejamento do projeto produzindo uma ferramenta efetiva, de fácil utilização para pré-planejamento de projetos. Esse esforço resultou no desenvolvimento do PDRI (GIBSON, 2008).

O PDRI apresenta um checklist que contém 11 grupos de atividades com 64 subitens no total abordando a fase de concepção, agrupadas em três grandes grupos: o primeiro abarca as bases de elaboração do projeto. O segundo aborda toda a base do projeto e

finalmente o terceiro que aborda toda execução do projeto. Em cada grupo cada atividade tem uma nota de 1 a 5, sendo 1 correspondente a atividade completamente definida/ terminada, e 5 implicando em que a atividade não foi realizada ou foi de maneira insatisfatória. Para cada nota de 1 a 5 haverá um peso correspondente, que varia também de atividade para atividade. Vale ressaltar que pode ser atribuída a nota 0 quando o quesito avaliado não é aplicável ao empreendimento em estudo, melhorando de certa forma o resultado global, diminuindo a respectiva pontuação global.

O Quadro 1, mostra que para cada atividade é estabelecido um peso máximo, que determina o impacto dessa atividade em termos de risco. O peso máximo supõe que a atividade não foi desenvolvida ou realizada de maneira adequada, com uma avaliação que atende a critérios objetivos (nota 5, como indicado acima). (CII, 2008). Assume-se, portanto, que se o nível de cumprimento do escopo da atividade é baixo, o impacto no risco será tanto maior quanto for o peso atribuído.

Quadro 1 – Seção 1ª Estratégia de Negócios

Seção 1 - Base da Elaboração do Projeto		
A. Estratégia de negócios		
Categoria	Elemento	Pontuação Máx
A1	Uso do Edifício	44
A2	Justificativa do negócio	27
A3	Plano de Negócios	26
A4	Análise Econômica	21
A5	Requisitos de instalação	31
A6	Expansão Futura	22
A7	Considerações do mercado Local	28
A8	Declaração dos objetivos do projeto	15
Total da Categoria A:		214

Fonte: ABDALA 2015

Assim, por exemplo, a atividade “Justificativa do negócio” tem o peso máximo 26. O total de atividades, com seus pesos máximos somados, implicam em um valor máximo de 1000 pontos, correspondentes a pior situação possível, ou seja, máxima exposição ao risco. Se a atividade for mais bem desenvolvida recebendo uma nota 1 por exemplo em uma classificação de 0 a 5, de acordo como os critérios explicitados no PDRI, seu peso será menor, portanto, quanto menor o peso, menor será a pontuação total de acordo com a nota dada, o que implica em melhor definição do projeto e menor exposição ao risco.

3. MÉTODO DA PESQUISA

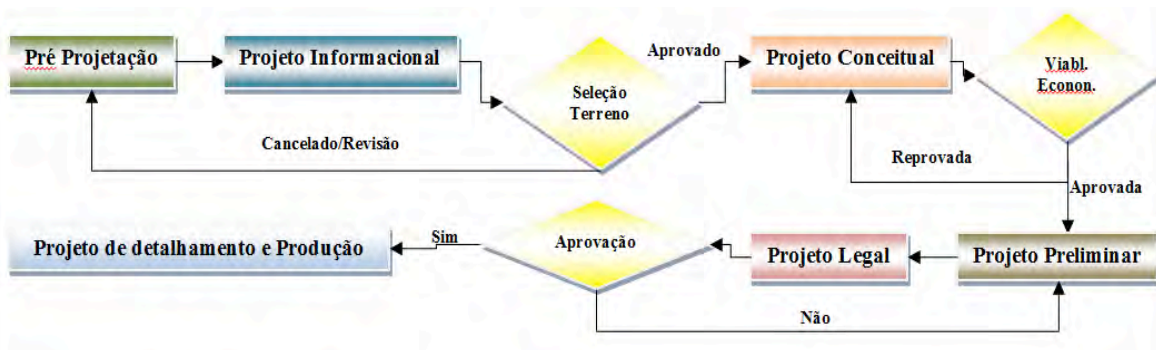
O artigo apresenta resultados preliminares, referentes a um estudo de caso piloto, sobre a aplicação do PDRI em um empreendimento de incorporação imobiliária em empresa de médio porte. O objetivo é avaliar a aplicabilidade do PDRI e verificar que adaptações precisam ser feitas para que seja utilizado em outros empreendimentos nesta e em outras empresas. Por outro lado, objetivou-se também avaliar o nível de maturidade (desenvolvimento) do processo de projeto nesse estudo de caso piloto. O PDRI foi escolhido em função de: i) bons resultados obtidos conforme relatado na literatura internacional, e nesse sentido, veja-se, por exemplo, FAGEHA et al.(2014) o fato de ser um método aberto, no qual os pesos dos elementos podem ser identificados e eventualmente modificados.

Por questões de brevidade, o método será brevemente delineado e detalhes são encontrados em ABDALA (2015), porém a pesquisa seguiu os seguintes passos:

- a) Revisão bibliográfica sobre análise do nível de definição ou desempenho dos projetos, com ênfase no PDRI.
- b) Definição de critérios para escolha da empresa objeto de estudo piloto: empresa com processo de projeto formalizado e padronizado; empresa de médio porte, para evitar os casos das empresas de pequeno porte no qual o nível de informalidade é muito alto; acessos as fontes de dados e a reuniões para mapeamento do processo da empresa.
- c) Seleção da empresa, que será caracterizada na sequencia.
- d) Definição do protocolo para o estudo de caso: criação de roteiro para análise do processo de projeto, com a elaboração de um fluxo de projetos padrão que servisse de referência para a análise dos processos das empresas definição das fontes de evidências, elaboração de questionários.

O fluxo é apresentado no Figura 1, de acordo com um fluxo prévio padronizado detalhado em (ABDALA, 2015), com o objetivo de, alinhar objetivos, metas, escopo, responsabilidades, estabelecer linhas de base e alinhar produtividades. Esta sendo apresentado esquematicamente, as atividades são detalhadas em ABDALA (2015)

Figura 1 – Fluxo Geral de Projeto



Fonte: ABDALA 2015

- e) Realização do estudo de caso piloto, com a aplicação do PDRI.

Com o objetivo de mapear o processo de projeto geral da empresa chegando a um processo de projeto específico e detalhado do empreendimento traçando o perfil do mesmo para preenchimento da planilha PDRI foram necessários recolhimento de dados diversos, desde documentos gerais da empresa até dados específicos do projeto, envolvendo Prospecção de terrenos, Incorporação, Orçamento, Planejamento e Controle de custos, que para a busca das informações necessitaremos de evidências, obtidas através de atas de reuniões, documentos, registros, entrevistas colaboradores seguindo questionários, dentre outros.

4. ESTUDO DE CASO (RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA)

4.1. Caracterização da empresa

A empresa X é de porte médio segundo o SEBRAE, atuante no setor de incorporação, com *expertise* em empreendimentos residenciais, atuante em Minas Gerais, tem como foco a classe média através do programa de financiamento nacional Minha Casa Minha Vida faixa dois. A empresa costuma empreender até 5 empreendimentos simultâneos. O processo de projeto é bem definido e padronizado. A empresa é certificada no Sistema de Avaliação de Conformidade do PBQP-H e na ISO 9001. A empresa subcontrata a execução dos projetos e apenas os compatibiliza internamente através da figura de um coordenador que é aliado a orçamentação.

4.2. Caracterização do empreendimento

A Obra Y, tem como objetivo oferecer 90 unidades residenciais, seguindo o padrão em que o MCMV atua na faixa dois, possui tipologia executada em alvenaria estrutural, com quatro apartamentos por andar de 45m² cada, com 5 pavimentos, incluso o térreo de habitações mais barrilete e caixa d'água.

O empreendimento contém área comum para lazer dos moradores, com espaço gourmet, academia, área de lazer e playground.

Possui padrão popular de acabamento, piso cerâmico, paredes com pintura sobre gesso, esquadrias em alumínio e madeira, ferragens metálicas, fachadas rebocadas com pintura texturizada, acabamentos elétricos em plástico, telhados em madeira de lei com telhas em fibrocimento, platibanda de 1,1m, impermeabilizações em argamassa polimérica, escadas em ardósia, todos os materiais seguem as exigências do órgão financiador governamental. Vale ressaltar que a empresa possui dados arquivados desde a aquisição do terreno ao início da execução da obra, seguindo o fluxo padronizado da empresa.

4.3. Aplicação do PDRI

Para aplicação do PDRI houve necessidade de um aprofundamento da avaliação das atividades de projeto na empresa. Vale ressaltar que o mesmo é dividido em três grandes grupos, a Base de decisão do projeto, Base do Projeto e Abordagem de Execução, estes são divididos novamente em itens iniciados por letras que vão até L, estes em seguida são divididos em subitens que vão de 1 até 13 dependendo do item. Podemos tomar como exemplo o F, apresentado no Quadro 2, item do segundo grande grupo com a pontuação dada, nota e pontuação máxima.

Os resultados com a pontuação total em cada fase e a máxima possível para referência em conjunto com a análise percentual dos três grandes grupos do empreendimento em questão, são apresentados no Quadro 3.

Quadro 2 – Item F e subitens.

Seção 2 - Base do Projeto				
F. Construção/ Processo de elaboração de projeto – Parâmetros				
Categoria	Elemento	Pontuação	Nota	Pontuação Máx
F1	Projeto do terreno/ Civil	2	4	14
F2	Projeto Arquitetônico	3	12	22
F3	Projeto Estrutural	1	1	18
F4	Projeto Mecânico	0	0	0
F5	Projeto Elétrico	2	5	15
F6	Requisitos de segurança da construção	1	1	10
F7	Análise de Construtibilidade	1	1	14
F8	Sofisticação Tecnológica	3	5	9
Total da Categoria F:			29	102

Fonte: ABDALA 2015

Quadro 3 – Resultados das Grandes seções do PDRI

PDRI por grupos			
Nome da seção	Nota	Nota Máxima	Percentual
1 - Base da elaboração do projeto	215	413	52,06%
2 - Base do projeto	163	384	42,45%
3 - Abordagem de execução	72	158	45,57%
TOTAL	450	955	46,69%

Fonte: ABDALA 2015

Portanto, observa-se uma pequena variância entre os grupos. Sendo o primeiro com menor definição seguindo o critério de pesos, principalmente por não oferecer possibilidade ou estudo de expansão do projeto, não ter uma agenda bem definida, uma análise de valor pouco fundamentada e uma estimativa de custo simplificada.

No Quadro 4, foram reunidos os dez itens que tem mais peso no sistema, agrupando aproximadamente 30% da pontuação e suas respectivas notas máximas.

Quadro 4 – Dez itens de mais peso no PDRI

Top Dez		Nota	Máximo
1.	A1. Requisitos de uso da Construção	1	44
2.	A5. Requisitos das facilidades	23	31
3.	A7. Considerações para seleção do terreno	15	28
4.	A2. Justificativa do negócio	8	27
5.	C6. Estimativa de custo do projeto	21	27
6.	A3. Plano do Negócio	14	26
7.	C2. Critérios de concepção do projeto	1	24
8.	C3. Avaliação de Facilidades existentes	7	24
9.	A6. Futuras expansões/ Considerações de alteração	22	22
10.	F2. Projeto Arquitetônico	12	22
TOTAL		124	275
PONTUAÇÃO DO PDRI NEGÓCIO		45,09%	

Fonte: ABDALA 2015

O Quadro 5 explicita os itens que obtiveram a pior pontuação através de notas superiores a três contribuindo com mais de cinquenta por cento da nota final exibida.

Quadro 5 – Itens com baixa definição do PDRI

Itens com baixa definição		
Seção	Nota	Pontuação
A5. Requisitos das Facilidades	4	23
A6. Futuras expansões/ Considerações de alteração	5	22
B1. Filosofia de confiabilidade	4	14
B3. Filosofia de operação	4	12
C1. Análise de valor do processo	4	14
C5. Agenda do projeto	5	20
C6. Estimativa de custo do projeto	4	21
D3. Informação Civil/ Geotécnica	4	14
E1. Declaração do programa	5	16
E3. Diagramas de adjacências gerais	5	10
E4. Diagramas de empilhamento	5	13
E5. Crescimento e desenvolvimento faseado	5	15
G1. Lista de equipamentos	4	12
H1. Identificação de Equipamentos e Materiais de Longa duração ou críticos	4	10
K3. Projeto de Controle de Agenda	5	14
TOTAL		230

Fonte: ABDALA 2015

Pode-se observar que o item A6, por exemplo, foi o mais pontuado, obtendo a nota máxima possível por não ter nenhuma previsão de expansão ou consideração de alteração no projeto. Como contraexemplo pode-se considerar o item A1 que obteve nota um, que se comparada com a nota máxima de 44 pode ser considerado como bem definido por se tratar de um empreendimento residencial com alto nível de repetição.

O PDRI em suas análises probabilísticas de centenas de projetos explicita que empreendimentos que apresentam notas superiores a 200 têm resultados históricos como desvio de cerca de 9% no custo, 21% da agenda do empreendimento e 11% de mudanças do escopo, contra desvios de 3% do custo, 5% da agenda e 8% de mudanças do escopo em empreendimentos que obtiveram nota inferior a 200.

Os itens que obtiveram notas superiores a três podem ser analisados com o objetivo de mitigar o possível risco ou indefinição, promovendo uma análise de risco mais efetiva e direta.

A terceira seção, Abordagem de execução, apesar de apresentar menos peso é de importância essencial para execução do empreendimento, principalmente nas categorias H (Estratégia de aquisição), K (Controle do Projeto) e L (Plano de execução do projeto), incluindo método de entrega do projeto, plano de elaboração dos projetos.

Apesar deste resultado exibido, este empreendimento findou-se no custo e planejamento fixados em orçamento, o que faz com que seja possível uma simplificação do método para a proposta feita para utilização do mesmo.

O estudo exploratório permitiu avaliar que o PDRI pode ser facilmente aplicado em um prazo considerado como pequeno para preenchimento das avaliações dos subitens, basta que o processo da empresa já esteja bem entendido pelo avaliador. Além disso, para

uma maior rapidez na avaliação pode ser tomada outra abordagem com um foco nos dez itens que tem mais peso no sistema que chegam a quase trinta por cento do peso total, para análise rápida do empreendimento visando principalmente redução do custo e prazo.

Mais ainda, cabe levantar a hipótese, a ser verificada nos estudos de caso a serem desenvolvidos, de que o PDRI pode ser utilizado como um meio de negociação com os proprietários na identificação de elementos de definição do escopo do projeto mal definidas em etapa de concepção, promovendo um detalhamento antecipado, garantindo também que elementos de âmbito específico, principalmente associados à renovação e consertos em projetos sejam abordados.

Fica mais explicitada, portanto, a necessidade de maior formalidade e padronização na fase de concepção. A utilização de um roteiro estruturado para a fase de concepção, com foco no gerenciamento de riscos, pode trazer melhores resultados globais aos empreendimentos. Promovendo também um maior alinhamento do time de projeto.

Além disso, o uso do PDRI estimula aos próximos projetos virem mais completos e por consequência com uma maior probabilidade de sucesso. O PDRI pode servir de indicador para a organização para decisão de desenvolvimento dos documentos da construção e por último na construção de um projeto. Outro possível uso seria como uma referência externa para comparação contra as práticas de outras empresas.

5. CONCLUSÃO

O PDRI pode efetivamente ser aplicado com o objetivo melhorar a previsibilidade do desempenho do projeto, mas sozinho não garante o sucesso do mesmo, este combinado com técnicas de negociação, planejamento, alinhamento e boa execução pode aumentar a probabilidade de acerto dos objetivos do projeto. Além disso, podemos concluir que em empresas de incorporação que constroem um padrão que tem alto nível de repetição e com foco em um programa específico o PDRI pode ser aplicado em um empreendimento e apenas servir como balizador ou baseline se obtida boa pontuação para outros empreendimentos similares, sendo necessária outra avaliação apenas quando o produto for modificado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONSTRUCTION INDUSTRY INSTITUTE (CII). **PDRI : Project Definition Rating Index – Building Projects**. Texas: Editora CII, 2008.120p.

FAGEHA, M. e AIBINU, A. Prioritizing Project Scope Definition elements in public building projects. **Australian Journal of Construction Economics and Building**, v. 4, n3, p. 18-33, 2014.

GIBSON, G. **Edward Jr. Project Definition Rating Index (PDRI)**. Austin: University of Texas at Austin, 2008.

KERZNER, H. **Gestão de projetos: as melhores práticas**. Porto Alegre: Bookman, 2006. 1v.821 p.

MC GRAW-HILL, **Managing uncertainty and expectations in building design and construction**. McGraw-Hill Construction Report 2015.

ROMERO, F. **Contribuição ao estudo da concepção de projetos de capital em mega empreendimentos**. 2010.220p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil) – Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.



A INFLUÊNCIA DA PERCEPÇÃO DO USUÁRIO NA ELABORAÇÃO DE PROJETOS DE AMBIENTES CONSTRUÍDOS

PENTEADO, Ana Paula B.(1); IAROSINSKI NETO, Alfredo (2)

(1) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (41) 3279- 4577, anapaula_bpenteado@hotmail.com

(2) Universidade Tecnológica Federal do Paraná, (41) 3279- 4577, alfredo.iarozinski@gmail.com

RESUMO

A percepção do indivíduo tem um peso determinante na satisfação do usuário em relação ao ambiente construído. Estudos mostram que, em relação à percepção humana, 75% daquilo que o indivíduo percebe refere-se ao sistema visual, 20% relaciona-se à percepção sonora e somente 5% provém dos outros sentidos, como tato e olfato. Tendo em vista que, cada ambiente é percebido por seus usuários de maneiras distintas, a pesquisa tem por objetivo conhecer como a percepção do usuário em relação as características do ambiente influenciam seus sentimentos. Para isso, foi elaborado um experimento composto por questionário e imagens, aplicados. O questionário é composto por vinte sentimentos relacionados com os afetos positivos e negativos da escala PANAS e as imagens apresentam quatro características de projetos analisadas. Ao observar as imagens, o entrevistado associa sua percepção do ambiente aos sentimentos relacionados ao questionário. Ao analisar os dados obtidos, concluiu-se que, a percepção do indivíduo em determinadas características do ambiente, proporcionam um aumento de sentimentos ligados aos afetos positivos e em outros casos, aos afetos negativos. Através dessa pesquisa, pode-se perceber quais as características que impactam em sentimentos positivos e negativos e como usá-las para garantir e proporcionar o conforto aos usuários dos ambientes construídos.

Palavras-chave: percepção; características de projeto; ambiente construído.

ABSTRACT

The individual's perception has a decisive weight on user satisfaction with the built environment. Studies show that, in relation to human perception, 75% of what a person perceives refers to the visual system, 20% relates to the sound perception and only 5% comes from other senses such as touching and smelling. Given that each environment is perceived by its users in different ways, the research aims to understand how the perception of the user regarding the environmental characteristics influence their feelings. For this, an experiment was prepared composed of questionnaire and pictures, applied simultaneously. The questionnaire consists of twenty feelings about the positive and negative affections of the panas scale and the images present four characteristics of the analyzed projects. Looking at these images, the respondents associate their environmental perception to the feelings related to the questionnaire. By analyzing the obtained data, it was concluded that the individual's perception in certain environmental characteristics, provides increased feelings connected to the positive affections and in other cases, the negative affections. Through this research, one can see which characteristics impact on positive or negative feelings and how to use them to ensure and provide comfort to the built environments users.

Keywords: perception; features design; built environments.

1 INTRODUÇÃO

O ambiente construído é percebido pelo indivíduo através de suas experiências, expectativas, preferências e referências. Os aspectos ligados à percepção do indivíduo definem algumas relações com o ambiente, mas muitas vezes, não são levados em consideração na elaboração do projeto, tanto por serem desconhecidas, como por serem consideradas irrelevantes. Entretanto, quando o indivíduo interage com o ambiente, Abrantes (2004) afirma que, ele “experimenta” esse ambiente, a partir de suas emoções, análises e julgamentos. Rheingantz (2004) considera que a influência do ambiente construído no comportamento das pessoas é fundamental para a compreensão das inter-relações entre homem e ambiente.

Alguns estudos na área de percepção têm sido realizados, como Galán-Díaz (2011), que investigou como a preferência do ambiente pode ser afetada pelas variáveis: emoção, atenção e *perspective-taking* que é um processo pelo qual o indivíduo observa uma situação através de outro ponto de vista. Já Hygge e Knez (2001) realizaram um experimento através de preocupações teóricas e práticas, sobre como o ruído de ventilação, a temperatura do ar e a iluminação, combinam ou interagem sobre os efeitos cognitivos. Knez e Kers (2010) observaram o impacto da iluminação interna, gênero e idade no humor e no desempenho cognitivo.

Dessa forma, o problema que se pretende tratar, nesse estudo, é a necessidade de se ter um entendimento mais aprofundado do impacto das características do ambiente construído no sentimento do indivíduo a partir de sua percepção. Desse modo espera-se poder indicar aos projetistas quais as características que devem ser privilegiadas nos projetos de modo a causar maiores níveis de satisfação e conforto aos usuários. Desta forma, o objetivo geral deste trabalho é mostrar se a percepção do indivíduo impacta nas variações das características do ambiente construído.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Reis e Lay (2006), o conceito de percepção pode ser definido e compreendido de duas maneiras: uma ligada ao conceito de interação usuário e espaço, sendo esta exclusivamente relacionada através dos sentidos: visão, olfato, audição, tato e paladar. O outro conceito está relacionado com a interação entre usuário e espaço, porém é realizado através dos sentidos básicos, e de outros fatores tais como memória, personalidade, cultura e tipo de transmissão. Já Santaella (2012) afirma que, pesquisas empíricas, revelam que, 75% da percepção humana no estágio atual da evolução é visual, isso ocorre provavelmente devida a razões de especialização evolutiva. A percepção sonora é equivalente a 20%, e os 5% restante relativo aos outros sentidos.

Muitas vezes os requisitos para o usuário, referentes à satisfação, são mais subjetivos e não aparentes como os especificados nas pesquisas. Fatores relacionados ao conforto térmico, acústico, infraestrutura e ambiência, por exemplo, são fatores muitas vezes decisivos para a escolha do ambiente, contudo não são únicos. Existem fatores subjetivos que também influenciam nessas escolhas, mas que não são percebidos. Esses fatores estão relacionados iluminação, cor, temperatura do ambiente e que influenciam no humor dos usuários (KNEZ, 1995; KNEZ e KERS, 2000; REIS e LAY, 2006; GALÁN-DÍAZ, 2011).

Para Kowaltowski et al. (2000), o elemento da arquitetura que mais influencia o bem-estar do homem, os ambientes e também afetam seu comportamento, é o conforto ambiental, nos seus aspectos acústicos, visual, térmicos e de funcionalidade. Dessa

forma, não se pode ver a arquitetura como um meio modificador do comportamento humano, a ponto de transformar a personalidade de indivíduos, mas ela pode influenciar a percepção e a cognição de espaços e com isto proporcionar a satisfação do uso.

Em estudo realizado com projetos urbanos, Reis e Lay (2006), propuseram algumas categorias definidoras da qualidade do ambiente construído, e que servem para estruturar os aspectos físicos que são associados à qualidade do projeto do espaço. Logo, esses aspectos avaliam a qualidade do projeto e o desempenho do espaço construído. As categorias definidas como estética uso e estrutura, são consideradas fundamentais para a qualificação do ambiente construído, sendo importante tanto para uma edificação, quanto para um espaço aberto.

3 METODOLOGIA

Após a definição das características de projeto a serem analisadas e da escala utilizada, foi desenvolvido o experimento que consiste em um questionário, composto por e uma série de quatro imagens que foram projetadas para os entrevistados.

A primeira parte do experimento consiste no preenchimento do questionário que contempla informações sobre o perfil do participante. Após o preenchimento da primeira parte do questionário, a outra parte do experimento consiste em mostrar para os entrevistados quatro imagens, sendo que cada imagem, apresenta uma lista de 20 emoções, aos quais o entrevistado preenche na escala de -3 a 3, sendo -3 discordo totalmente e 3 concordo totalmente. Sendo assim, através do estímulo visual, os entrevistados devem assinalar as percepções/emoções que sentem ao observar as imagens.

A escala escolhida foi a PANAS (Positive and Negative Affect Schedule) que de acordo com Gendera et al. (2010) a foi desenvolvida por Watson, Clark e Tellegen (1988) para a avaliação das emoções em função de sua intensidade de ocorrência. O modelo foi também escolhido, por fazer parte de outros experimentos, pois os sentimentos contidos e o estilo dela são de fácil compreensão para o entrevistado (KNEZ, 1995; KNEZ e KERS, 2000; GALÁN-DÍAZ, 2011).

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 identificadas 20 emoções através da escala PANAS (Figura 1), onde intercalou-se os afetos positivo e negativo. Para as respostas dos entrevistados foi utilizada a escala Likert de 7 pontos, pela facilidade e distinção ao se tabular os dados posteriormente. As imagens foram projetadas para os entrevistados. Cada imagem foi exibida durante o período em que ele responde ao questionário, sendo trocada a imagem ao término do preenchimento do questionário referente à imagem. A partir da imagem de referência é que foram feitas as alterações em tamanho de janela, grande e pequena; iluminação artificial e penumbra; paredes com cor quente e fria.

Depois de elaborado, o experimento foi aplicado em 120 alunos dos cursos de Arquitetura e Urbanismo e Engenharia Civil, nos meses de novembro e dezembro de 2014.

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.

Figura 1 – Modelo PANAS de sentimentos



Fonte: Galinha e Ribeiro (2005)

4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para análise das imagens, os gráficos utilizados são 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 fiquem próximas. Os sentimentos puderam ser agrupados de forma que a parte superior do gráfico mostre os sentimentos relacionados com o afeto 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. As características de projeto analisadas, foram selecionadas, por poderem ser mostradas e percebidas de forma virtual, sem que o entrevistador apresentasse as características aos entrevistados.

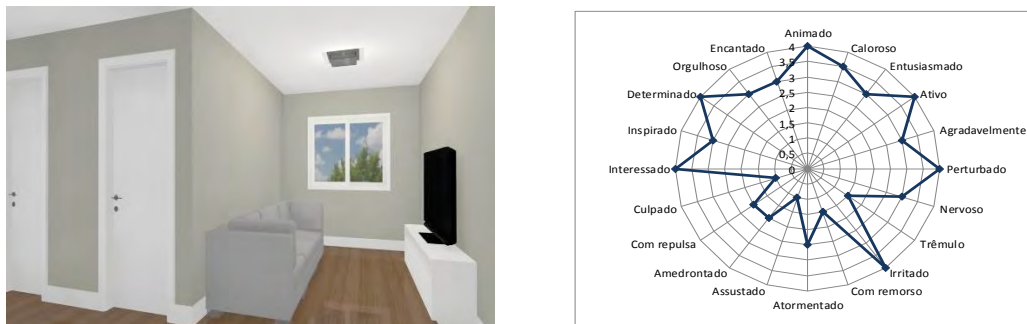
4.1 Análise da imagem de referência

A imagem de referência do experimento (Figura 2) é a base das demais imagens mostradas para os entrevistados. Por ser a primeira imagem a ser projetada, optou-se por a imagem mais neutra possível, para que o entrevistado pudesse notar as variações dentro de um mesmo ambiente construído. Nessa imagem não foram acrescentadas características a serem estudadas, sendo considerada a imagem de referência de todo o experimento.

A partir dessa imagem, foram acrescentadas as características de projeto a serem estudadas, nas imagens seguintes, sempre ocorrendo um tipo de modificação por imagem apresentada. O ambiente construído escolhido para o experimento é de uma sala, sem muita mobília e o mais imparcial em uso de cores e acessórios. Foi utilizada apenas uma cor nas paredes, para obter a diferença entre parede e teto. Apresentada a

imagem para os entrevistados, eles preencheram o questionário, especificando a intensidade dos sentimentos durante a observação.

Figura 2 – Imagem de referência e gráfico PANAS



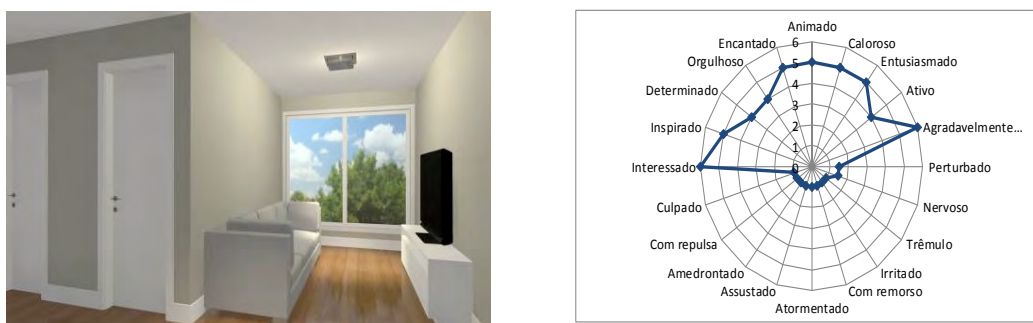
Fonte: Autores (2015)

Quando analisadas as respostas obtidas (Gráfico da Figura 2) em relação aos sentimentos, pode-se perceber que, os entrevistados mantiveram uma resposta, de certa forma heterogênea, havendo predominância nos sentimentos positivos. Os sentimentos com maior mediana foram “interessado”, “determinado”, “animado”, “ativo” e “perturbado”. Nos sentimentos negativos, apenas “irritado” obteve mediana maior. Dessa forma, ao observar a imagem, a predominância nos entrevistados, foi de sentimentos positivos.

4.2 Análise da imagem com maior incidência de luz natural

A característica de projeto analisada na Figura 3 é a referente à quantidade de iluminação natural presente no ambiente. Para isso, foi aumentado o tamanho da janela e conseqüentemente, a integração com a área externa e a quantidade de luz natural que entravam no ambiente foi maior.

Figura 3 – Iluminação natural e gráfico PANAS



Fonte: Autores (2015)

Observou-se no gráfico da Figura 3 que a intensidade de sentimento positivo foi maior, havendo uma significativa redução do sentimento negativo. Quanto aos sentimentos agrupados na parte inferior do gráfico, observa-se uma homogeneidade nas respostas, permanecendo quase que todos na mesma mediana. Já na parte superior do gráfico, observa-se a intensidade de sentimentos relacionados com afeto negativo elevado, desprazer, afeto positivo reduzido e fraco empenho obteve respostas cujas medianas ficaram baixas, elevando as médias dos sentimentos relacionados com afeto negativo

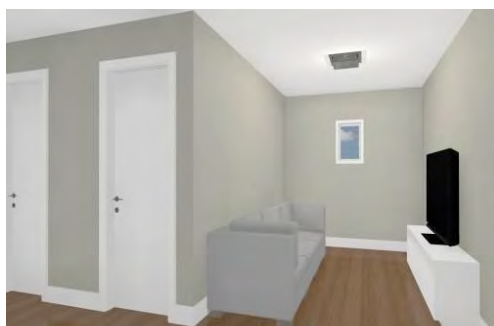
reduzido, prazer, afeto positivo elevado e forte empenho. Os sentimentos com maiores medianas nesse quesito foram: “agradavelmente surpreendido” e “interessado”.

O fato de uma janela maior aumentar a incidência de iluminação natural no ambiente, tornando-o mais agradável e proporcionando conforto ao indivíduo que irá utilizar esse ambiente, pôde ser observado, através dos resultados obtidos com a aplicação do experimento. A redução de sentimentos negativos, nessa característica de projeto, mostra claramente que, quando expostos a ambientes com elevada intensidade de iluminação natural, o indivíduo tende a ficar mais satisfeito com o local e dessa maneira aumentar os níveis de sentimentos positivos.

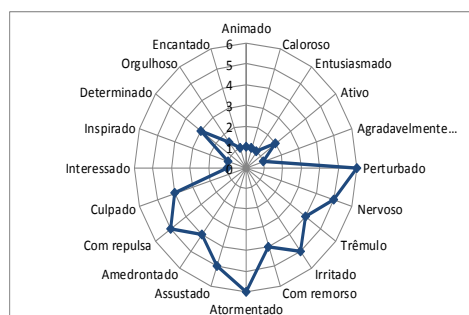
4.3 Análise da imagem com menor incidência de luz natural

Diferentemente da característica vista anteriormente, a característica de projeto analisada na Figura 4 é a referente à baixa incidência de iluminação natural presente no ambiente. Para isso, foi reduzido o tamanho da janela deixando-o bem menor do que comumente usa-se. O tamanho reduzido foi proposital, pois a intenção foi enfatizar a questão de um ambiente com janela pequena e com pouca presença de iluminação.

Figura 4 – Baixa incidência de luz natural e gráfico PANAS



Fonte: Autores (2015)



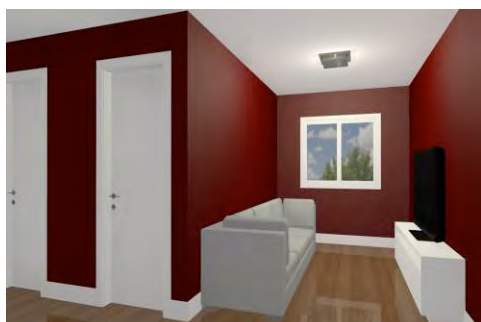
Analisando o gráfico da figura 4 observou-se uma queda dos sentimentos positivos e acentuada elevação dos sentimentos negativos. Para os sentimentos relacionados com afeto negativo reduzido, prazer, afeto positivo elevado e forte empenho as medianas foram baixas. Para os sentimentos relacionados com afeto negativo elevado, desprazer, afeto positivo reduzido e fraco empenho obteve respostas cujas medianas ficaram altas. Nesta imagem, os sentimentos “perturbado” e “atormentado” foram os sentimentos com maiores medianas.

Quando comparado com o gráfico da imagem que mostra a maior incidência de iluminação natural, pode se observar nitidamente o oposto dos sentimentos. Diante do resultado, observa-se que as pessoas não se sentem bem quando em ambientes com pouca iluminação natural.

4.4 Análise da imagem com cores quentes

Para analisar o sentimento do indivíduo quando exposto aos ambientes com cores quentes, foi projetado uma imagem cujas paredes aparecem todas pintadas de vermelho (Figura 5). Optou-se por apresentar um ambiente com predominância vermelha, para enfatizar o uso das cores.

Figura 5 – Cor quente e gráfico PANAS



Fonte: Autores (2015)

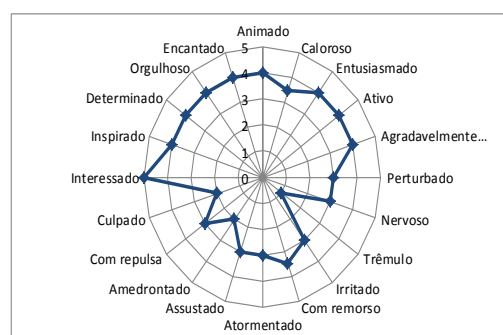
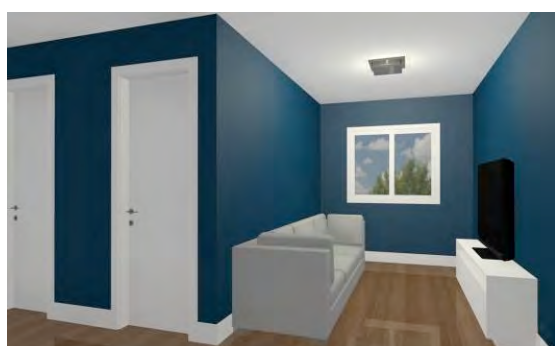
Quando analisadas as respostas, verificou-se que a parte relacionada com afetos negativos teve certa homogeneidade nas respostas se comparadas com os sentimentos relacionados com afetos negativos, desprazer. O sentimento que apareceu com maior mediana foi “perturbado”.

Pelo fato dos sentimentos negativos estarem mais homogêneos, pode-se considerar que os indivíduos não se sentem confortáveis em ambientes com essa característica.

4.5 Análise da imagem com cores frias

Para analisar o uso de cores frias no ambiente, foi seguido o mesmo modelo da imagem anterior, porém com todas as paredes pintadas de azul (Figura 6). Quando colocada a cor fria nas paredes, o gráfico ficou com área maior na parte superior, indicando tendência para os afetos positivos. O sentimento com maior mediana foi “interessado”. Na parte inferior do gráfico, onde estão os sentimentos relacionados com afetos negativos, a área é menor. Isso mostra que em relação às cores, as cores frias para ambientes, proporcionam maior sensação de conforto.

Figura 6 – Cor fria e gráfico PANAS



Fonte: Autores (2015)

5 CONCLUSÃO

O trabalho busca 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, engenheiros e projetistas, 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.

A partir da análise dos resultados da pesquisa ficou notório o impacto na percepção dos indivíduos (traduzindo em seus sentimentos de afeto positivo ou negativo) das mudanças nas características do ambiente. Verificou-se que a variação da incidência de iluminação natural teve forte impacto nos sentimentos relacionados com afeto positivo e negativo. O mesmo ocorreu na variação do uso de cores quentes ou frias no ambiente.

É preciso aprofundar e detalhar a análise dos sentimentos resultantes na medida em que as características de projeto do ambiente construído sejam alteradas. É preciso, também, associar as variações nos sentimentos (percepção) às funções do ambiente de modo que, arquitetos, engenheiros e projetistas possam usar esta informação nas escolhas de concepção que trarão maior conforto aos seus usuários.

REFERÊNCIAS

- 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.
- FERNANDEZ, João Alberto Da Costa Ganzo; OLIVEIRA, Roberto de. **O ciclo de vida familiar e a concepção de edifícios residenciais multifamiliares.** Anais do 5°. International Miting. LARES- Latin American Real Estate Society, September 8-10, São Paulo, 2005.
- GALÁN-DÍAZ, Carlos Roberto. **Responses to representations of the built environment: the influence of emotion, attention and perspective-taking.** Tese (Doutorado em Psicologia) The Robert Gordon University. Outubro 2011
- 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.
- 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
- HYGGE, Staffan; KNEZ, Igor. **Effects of noise, heat and indoor lighting on cognitive performance and self-reported affect.** In: *Journal of Environmental Psychology* 21, p. 291-299, 2001.
- KNEZ, Igor. **Effects of indoor lighting on mood and cognition.** In: *Journal of Environmental Psychology* 15, p. 39-51, 1995.
- KNEZ, Igor; KERS, Christina. **Effects of indoor lighting, gender, and age on mood and cognitive performance.** In: *Environment and behavior*, vol 32, n. 6, p. 817-831. November 2000.
- KOWALTOWSKI, Doris C. C. K.; PRATA, Alessandra. R.; PINA Silvia A. Mikani G.; CAMARGO, Renata Faccin. **Ambiente construído e comportamento humano: necessidade de uma metodologia.** In: ENTAC 2000, Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído, Anais. 26-28 de abril, Salvador, 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.
- RHEINGANTZ, Paulo Afonso. **De corpo presente: sobre o papel do observador e a circularidade de suas interações com o ambiente na avaliação de desempenho.** Anais do NUTAU 2004, São Paulo: FAU/USP, 2004.
- SANTAELLA, Lucia. **Percepção: fenomenologia, ecologia e semiótica.** Cengage Learning, 2012.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

HIERARQUIZAÇÃO DE RISCOS DE PROJETO PERTENCENTE AO PROGRAMA MINHA CASA MINHA VIDA

SILVA, Denilson Costa da (1); MILHOMEM, Danilo Alcantara (2); OLIVEIRA, Tassio Felipe Alves (3); SAMPAIO, Darlem Marinho (4)

(1) Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará, engcsdenilson@gmail.com (2) Universidade do Estado do Pará, daniloalcantaramilhohomem@gmail.com (3) Universidade do Estado do Pará, tassio-felipe@hotmail.com (4) Universidade do Estado do Pará, darlem_sampaio@hotmail.com

RESUMO

O Programa Nacional de Habitação Rural (PNHR), integrante do Programa Minha Casa, Minha Vida tem como objetivo subsidiar a produção de unidade habitacional (UH) aos agricultores familiares e trabalhadores rurais e abrange todos os municípios nacionais. A dinâmica deste Programa tem exigido dos gestores das obras tomadas de decisões precisas com relação ao gerenciamento dos riscos envolvidos, buscando estabelecer prioridades, alocar recursos e implementar ações que aumentem as chances de sucesso do projeto. Neste contexto, este artigo tem por objetivo hierarquizar os riscos inerentes às fases de elaboração, análise e execução de obra considerando a política que envolve o PNHR. Para atingir tal objetivo, recorreu-se aos conceitos gerenciais de análise de riscos e da metodologia *Fuzzy Analytic Hierarchy Process (Fuzzy AHP)*, na qual propõe hierarquizar certos números de riscos identificados previamente, considerando o julgamento de especialistas frente às incertezas inerentes a um processo decisório multicritério. A metodologia abrange 05 (cinco) etapas: (i) Estudos técnicos; (ii) Seleção do(s) especialista(s); (iii) Obtenção dos critérios e alternativas de risco; (iv) Tabulação com o *Fuzzy AHP* e; (v) Hierarquização dos riscos. Desta forma, foi possível identificar e hierarquizar 05 (cinco) alternativas de riscos mediante 05 (cinco) critérios. Conclui-se que esta sistemática oferece uma base de informações precisas quanto ao grau de importância dos riscos envolvidos, sendo, portanto um instrumento que pode ser introduzido em processos de análise de riscos.

Palavras-chave: Análise de Riscos, Fuzzy AHP, PNHR.

ABSTRACT

The National Rural Housing Program (PNHR), a member of My House, My Life program aims to support the production of housing units (UH) to family farmers and rural workers and covers all national municipalities. The dynamics of this program is required of managers of works made of precise decisions concerning the management of the risks involved, seeking to establish priorities, allocate resources and implement actions that increase the project's chances of success. In this context, this article aims to rank the risks inherent in the design, preparation, analysis and project execution considering the policy involving the PNHR. To achieve this goal, we used the management concepts of risk analysis and methodology Fuzzy Analytic Hierarchy Process (AHP Fuzzy), which proposes prioritize certain number of previously identified risks, considering the judgment of experts across the uncertainties inherent to a process Multi-criteria decision-making. The methodology includes five (05) steps: (i) Technical studies; (ii) Selection expert(s); (iii) Obtaining the criteria and risk alternatives; (iv) Tab with Fuzzy AHP and; (v) Hierarchy of risks. Thus, it was possible to identify and rank five (05) alternative risk by 05 (five) criteria. It is concluded that this systematic provides a basis for accurate information about the degree of importance of the risks involved and therefore an instrument that can be introduced in risk analysis processes.

Keywords: Risk Analysis, Fuzzy AHP, PNHR.

1 INTRODUÇÃO

Com a compreensão dos diversos fatores (projeto, recursos de produção, processos de produção, ambiente, contingências) que implicam em alto risco de sucesso em um projeto de construção habitacional, o gerenciamento de riscos emerge como ferramenta fundamental para o estudo de eliminação ou amenização dos fatores críticos de sucesso de um empreendimento desta magnitude.

Desta forma, o objetivo do artigo é apresentar um estudo de hierarquização dos fatores de riscos de projeto de construção de interesse social levando em consideração as premissas do PNHR¹, especificamente em casos do Estado do Pará, PNHR/PA.

2 GESTÃO DE RISCOS EM PROJETOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

Segundo o guia PMBOK (2013) o risco do projeto é um evento ou condição incerta que, se ocorrer, provocará um efeito positivo ou negativo em um ou mais objetivos do projeto tais como escopo, cronograma, custo e qualidade.

Do ponto de vista do gerenciamento de riscos de projetos de construção civil, o número considerável de trabalhos que têm tratado esse assunto por si só evidencia a importância deste na construção civil, tanto no nível nacional quanto internacional. Em destaque tem-se alguns autores destes trabalhos: Akintoye e Macleod (1997), Buzzi *et al.* (2012); Azevedo *et al.* (2014), Li *et al.* (2013) e Linhares *et al.* (2012).

Na visão de Akintoye e Macleod (1997), os riscos na indústria da construção tem sido objeto de atenção por causa dos custos excessivos demandados ao tempo de projeto. Li *et al.* (2013) acrescentam que a gestão do risco é uma abordagem, portanto, necessária de tal modo que os participantes do projeto possam planejar considerando eventuais riscos afim de evitar atrasos no cronograma e danos ao orçamento.

PMBOK (2013), o gerenciamento dos riscos do projeto inclui os processos de planejamento, identificação, análise, planejamento de respostas e controle de riscos de um projeto. Os objetivos do gerenciamento dos riscos do projeto são aumentar a probabilidade e o impacto dos eventos positivos e reduzir a probabilidade e o impacto dos eventos negativos no projeto.

3 FUZZY AHP (FAHP)

Na literatura existem diversas versões do FAHP, e este trabalho utiliza a versão proposta por Chang (1996) sendo uma evolução do método *Analytic Hierarchy Process* (AHP), desenvolvido pelo Professor Thomas Saaty em 1970.

O AHP é um método útil em processos decisórios multicritérios. Este método baseia-se na obtenção de pesos relativos entre os fatores e dos valores totais de cada alternativa de

¹ O Programa Nacional de Habitação Rural – PNHR é uma modalidade do Programa Minha Casa Minha Vida do governo federal, regulamentado pelo Ministério das Cidades e tem o propósito de melhorar as condições de habitação dos agricultores familiares e Assalariados Rurais em todo o Brasil através do subsídio a produção de unidades habitacionais aos agricultores familiares e trabalhadores rurais, e abrange todos os municípios nacionais. Podem participar, pessoas físicas, assalariados rurais e agricultores familiares, com renda familiar bruta anual máxima de R\$ 15.000,00, considerado o valor total da renda. O valor de subsídio para a produção de uma unidade habitacional (UH) em especificamente na Região Norte do País é de R\$ 30.500,00 e para reforma R\$ 18.400,00.

Para mais informações, acesse: <http://www.caixa.gov.br> ; <http://www.cidades.gov.br>

acordo com sua importância. Nesta pesquisa, a atribuição dos pesos dos critérios e alternativas de risco foi efetuada com base na escala fundamental de Saaty (SAATY, 2005), conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Escala Fundamental de Saaty.

Escala	Importância Relativa	Característica
1	Igual importância	Os dois elementos contribuem igualmente para o objetivo
3	Importância pequena de um sobre o outro	A experiência e o julgamento favorecem levemente um critério em relação ao outro
5	Importância grande ou essencial	A experiência e o julgamento favorecem fortemente um critério em relação ao outro
7	Importância muito grande ou demonstrada	Um critério é muito fortemente favorecido em relação ao outro
9	Importância absoluta	A evidência favorece um critério em relação ao outro com mais alto grau de certeza
2, 4, 6, 8	Valores intermediários	Quando se procura uma condição de compromisso entre duas definições
Valores recíprocos	Se um elemento <i>i</i> obtiver um dos valores apresentados acima quando comparado com o elemento <i>j</i> , então <i>j</i> possuirá o valor recíproco (inverso) quando comparado com <i>i</i>	

Fonte: SAATY, 2005.

Segundo Tang e Beynon (2005), em processos de análise de decisões multicritérios complexos, o método AHP não consegue resolver imprecisões e ambiguidades das decisões. Em função disso, surge o FAHP capaz de resolver imprecisões inerentes ao processo, pois a sua particularidade está na possibilidade de adicionar uma medida de imprecisão a cada etapa de decisão. Tal medida de imprecisão é representada pelo grau de fuzzificação (δ), atribuído a cada comparação pareada do processo decisório.

No método FAHP de Chang (1996) são considerados como valores de entrada, números *fuzzy* triangulares e utilizada aritmética específica para tais números.

Um número *fuzzy* triangular $M(l, m, u)$ é dado pela função de pertinência $\mu(x)$:

$$\begin{cases} X - l/m - l & \text{se } X \in [l, m] \\ X - u/m - u & \text{se } X \in [m, u] \\ 0 & \text{cc} \end{cases} \quad (1)$$

em que m é o valor modal de l (*lower*) e u (*upper*) os espalhamentos a esquerda e a direita, respectivamente. Estes espalhamentos caracterizam a imprecisão da quantidade tratada.

Sejam $M_1 = (l_1, m_1, u_1)$ e $M_2 = (l_2, m_2, u_2)$ números *fuzzy* triangulares, no desenvolvimento do método AHP são consideradas as operações:

$$(l_1, m_1, u_1) + (l_2, m_2, u_2) = (l_1 + l_2, m_1 + m_2 + u_1 + u_2) \quad (2)$$

$$\lambda(l_1, m_1, u_1) = (\lambda l_1, \lambda m_1, \lambda u_1) \lambda > 0, \lambda \in R \quad (3)$$

$$(l_1, m_1, u_1) - 1 = (1/u_1, 1/m_1, 1/l_1) \quad (4)$$

Na matriz recíproca a de entrada *fuzzy*, tem-se: $a_{ij} = (l, m, u)$ e $a_{ji} = (1/u, m, 1/l)$.

Em Chang (1996), tem-se o conceito do valor de extensão sintética (S_j):

$$S_j = \sum_{i=1}^m M_k \times \left[\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m M_k \right]^{-1} \quad (5)$$

Para comparar dois números *fuzzy* triangulares convexos (M_1 e M_2 são números que se interceptam), as equações 6 e 7 devem ser utilizadas, nas quais V representa a probabilidade de $M_1 \geq M_2$:

$$V(M_1 \geq M_2) = 1 \text{ se } m_1 \geq m_2 \quad (6)$$

$$V(M_2 \geq M_1) = \mu(d) = \max(M_1 \cap M_2) = l_1 - u_2 / (m_2 - u_2) - (m_1 - l_1) \quad (7)$$

A probabilidade de um dado número *fuzzy* M_1 ser maior que vários outros número *fuzzy* deve ser calculada por meio da equação 8:

$$V(M \geq M_1, M_2, \dots, M_k) = V[(M \geq M_2)e \dots e(M \geq M_k)] = \min V(M \geq M_i) \quad (8)$$

onde $i=1, 2, \dots, k$.

Com a equação 9, calcula-se o grau de possibilidade de um dado número *fuzzy* S ser maior que vários outros números *fuzzy*:

$$V(S \geq S_1, S_2, \dots, S_n) = V[(S \geq S_1)e(S \geq S_2)e \dots e(S \geq S_n)] = \min V(S \geq S_i) \quad (9)$$

onde $i=1, 2, \dots, n$.

As comparações pareadas de S possíveis, a comparação global do S de um elemento C_i com o de todos os demais deverá ser realizada por:

$$d(C_i) = V(S_i \geq S_a, S_b, \dots, S_n) = \min (V(S_i \geq S_a), V(S_i \geq S_b), \dots, V(S_i \geq S_n)) \quad (10)$$

O vetor W' , definido como $W' = [d(C_i), d(C_a), d(C_b), \dots, d(C_n)]$, após ser normalizado (W), será, nesse sentido, o vetor dos pesos dos elementos (sejam esses critérios ou alternativas de escolha).

O vetor final dos pesos das alternativas, por considerar a ponderação pelos pesos dos critérios, será definido da seguinte forma:

$$W_c \times W_a \quad (11)$$

onde W_c é o vetor linha normalizado dos pesos dos critérios e W_a é o vetor normalizado dos pesos das alternativas segundo cada um dos critérios, possuindo dimensão $n \times n'$, sendo n o número de critérios e n' , o número de alternativas de escolha.

4 MÉTODO

O método da pesquisa é formado por cinco passos. Vale ressaltar que a mesma foi desenvolvida para estudar o processo de análise de risco em questão, o que não impede de ser aplicado a outros problemas.

4.1 Estudos Técnicos

Esse passo contempla a formação da base de conhecimento para atingir o objetivo do artigo. Nessa óptica, procurou-se reunir e analisar a base teórica de gerenciamento de riscos na construção civil, oriundos de artigos publicados em congressos e revistas especializadas.

4.2 Seleção do(s) Especialista(s)

Para a seleção do especialista a ser entrevistado, o critério utilizado foi o grau de importância e a intensidade de participação que o mesmo representava em um empreendimento pertencente do PNHR/PA. Mediante estas condições, a melhor alternativa foi escolher um próprio analista de projeto da instituição bancária financiadora. Pode-se considerar como benefícios desta escolha, o grau de familiarização que o especialista tem com o normativo do Programa, além de o mesmo possuir experiência em todas as etapas do projeto, que inclui elaboração e submissão do projeto, análise técnica, contratação, execução da obra e avaliação pós-ocupação.

4.3 Obtenção dos Critérios e Alternativas de Riscos

A obtenção dos critérios e alternativas de risco do empreendimento de construção foi por meio de entrevistas semi-estruturadas juntamente com o especialista. Tais entrevistas tiveram dois objetivos: primeiro a identificação dos critérios e alternativas de risco do projeto; segundo, a elicitación dos pesos dos critérios e dos desempenhos das alternativas para cada um dos critérios.

Foi realizada uma entrevista em profundidade com o especialista em março de 2015. A abordagem foi realizada de maneira direta, ou seja, o entrevistador esclarece o objetivo logo no princípio da entrevista. O especialista é convidado a falar livremente e suas declarações são registradas em formato de depoimento e posteriormente validadas pelo mesmo.

O método é baseado na comparação paritária dos critérios e alternativas considerados pelo especialista. Isso é feito por meios das perguntas: Qual destes critérios é o mais importante? Quanto este critério é mais importante que o outro? O especialista respondeu a estas perguntas com o número que relata a expressão verbal considerando a escala fundamental de Saaty (quadro 1).

4.4 Tabulação com o *Fuzzy* AHP

Essa etapa correspondeu ao processamento de dados obtidos nas entrevistas, ou seja, a abordagem quantitativa da pesquisa. Foram efetuadas comparações pareadas de todos os critérios. Tais comparações permitiram a atribuição de pesos aos critérios definidos e a consequente verificação de quais aspectos do processo decisório são mais importantes. Em seguida, foram realizadas comparações pareadas das alternativas sob o ponto de vista de cada um dos critérios. Essas comparações foram feitas com base na Escala Fundamental de Saaty inserindo-se números *fuzzy* triangulares e o valor do grau de fuzzificação adotado, 0,5.

4.5 Hierarquização dos Riscos

Esse passo contempla a apresentação dos riscos hierarquizados de acordo com os resultados apresentados. Tem por objetivo determinar onde devem ser focados os esforços gerenciais a partir de uma escala de prioridade envolvendo tanto critérios bem como alternativas de riscos.

5 RESULTADOS E ANÁLISES

No quadro 2 constam os extratos da entrevista com o especialista que são a identificação dos critérios e alternativas de riscos que envolvem o projeto PNHR/PA.

Quadro 2- Critérios e Alternativas de riscos definidos

Critérios		Alternativas de Riscos	
C1	Elaboração de Projetos – Conformidade	A1	Deficiência de qualificação técnica quanto à elaboração de projetos
C2	Elaboração de Projetos – Prazo	A2	Deficiência em gestão de projetos
C3	Gestão de Mão de Obra (MO)	A3	Deficiência de comunicação (motivação, mobilização e treinamento de mão de obra)
C4	Execução de Obras – Conformidade	A4	Deficiência de orientação técnica e controle
C5	Execução de Obras – Prazo	A5	Deficiência em gestão de cronograma de obras

Fonte: Autores, 2015.

Após a identificação dos riscos, o especialista atribuiu isoladamente, de acordo com a escala de Saaty, os pesos relativos para as relações par a par entre critério com critério e alternativa com alternativa sob o ponto de vista de cada critério.

No quadro 3, pode-se observar a matriz de comparação entre os critérios sendo levada em consideração a relevância de um critério sobre o outro.

Quadro 3- matriz de comparação entre os critérios

.	C1			C2			C3			C4			C5		
C1	1	1	1	4,5	5	5,5	2,5	3	3,5	4,5	5	5,5	2,5	3	3,5
C2	0,18	1/5	0,22	1	1	1	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5	2,5	3	3,5
C3	0,29	1/3	0,4	0,29	1/3	0,4	1	1	1	8,5	9	9	8,5	9	9
C4	0,18	1/5	0,22	0,29	1/3	0,4	1/9	1/9	0,12	1	1	1	6,5	7	7,5
C5	0,29	1/3	0,4	0,29	1/3	0,4	1/9	1/9	0,12	0,15	1/7	0,13	1	1	1

Fonte: Autores, 2015.

Pela Fórmula (5) temos os valores das somas associadas:

$$S_1 = (15, 17, 19) (1/61.8, 1/57.4, 1/52.2) = (0.24266711, 0.29600353, 0.364206016)$$

$$S_2 = (8.68, 10.2, 11.72) (1/61.8, 1/57.4, 1/52.2) = (0.1404527, 0.1776021, 0.2247002)$$

$$S_3 = (18.57, 19.67, 19.8) (1/61.8, 1/57.4, 1/52.2) = (0.3004450, 0.3424354, 0.3795410)$$

$$S_4 = (8.08, 8.64, 9.24) (1/61.8, 1/57.4, 1/52.2) = (0.13069474, 0.15051683, 0.17711663)$$

$$S_5 = (1.81, 1.92, 2.07) (1/61.8, 1/57.4, 1/52.2) = (0.02970869, 0.03344204, 0.03931470)$$

Proseguindo os cálculos, realizou-se as comparações pareadas considerando todas as possibilidades entre as medidas *fuzzy* encontradas:

$$V(S_1 \geq S_2) = 1; V(S_1 \geq S_3) = 0.58; V(S_1 \geq S_4) = 1; V(S_1 \geq S_5) = 1; V(S_2 \geq S_1) = 0; V(S_2 \geq S_3) = 0; V(S_2 \geq S_4) = 1; V(S_2 \geq S_5) = 1; V(S_3 \geq S_1) = 1; V(S_3 \geq S_2) = 1; V(S_3 \geq S_4) = 1; V(S_3 \geq S_5) = 1; V(S_4 \geq S_1) = 0; V(S_4 \geq S_2) = 0.58; V(S_4 \geq S_3) = 0; V(S_4 \geq S_5) = 1; V(S_5 \geq S_1) = 0; V(S_5 \geq S_2) = 0; V(S_5 \geq S_3) = 0; V(S_5 \geq S_4) = 0.$$

Calculou-se a partir da equação 10, o vetor W'_c , resultando em $W'_c = (0.58, 0, 1, 0, 0)$.

$$d(C_1) = V(S_1 \geq S_2, S_3, S_4, S_5) = \min(1, 0.58, 1, 1) = 0.58; d(C_2) = V(S_2 \geq S_1, S_3, S_4, S_5) = \min(0, 0, 1, 1) = 0; d(C_3) = V(S_3 \geq S_1, S_2, S_4, S_5) = \min(1, 1, 1, 1) = 1; d(C_4) = V(S_4 \geq S_1, S_2, S_3, S_5) = \min(0, 0, 0, 0) = 0; d(C_5) = V(S_5 \geq S_1, S_2, S_3, S_4) = \min(0, 0, 0, 0) = 0$$

Após sua normalização, obteve-se o vetor dos pesos $W_c = (0.3665, 0, 0.6335, 0, 0)$.

Esta comparação foi efetuada também para as alternativas de riscos de acordo com cada critério separadamente. O quadro 4 mostra os vetores normalizados das alternativas.

Quadro 4- Vetores normalizados das alternativas de risco

	A1	A2	A3	A4	A5
C1	0,7508	0,2492	0,0000	0,0000	0,0000
C2	0,6405	0,3595	0,0000	0,0000	0,0000
C3	0,4966	0,1135	0,3899	0,0000	0,0000
C4	0,3994	0,2501	0,3506	0,0000	0,0000
C5	0,5709	0,1566	0,2725	0,0000	0,0000

Fonte: Autores, 2015.

O quadro 5 apresenta os resultados finais do presente artigo. As colunas (A1, A2, A3, A4 e A5) são produtos oriundos entre os vetores normalizados das alternativas de riscos e o $W_c = (0.3665, 0, 0.6335, 0, 0)$. As somatórias dos critérios de cada alternativa resultam nos percentuais indicando o nível de importância de cada alternativa de risco, explicitada na coluna de percentuais (%). Percentuais estes que dão base para estabelecimento da coluna hierarquia.

Quadro 5- Resultados finais

	A1	A2	A3	A4	A5	%	Hierarquia
C1	0,2752	0,0000	0,3146	0,0000	0,0000	59	1°
C2	0,0913	0,0000	0,0719	0,0000	0,0000	16	3°
C3	0,0000	0,0000	0,2470	0,0000	0,0000	25	2°
C4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	4°
C5	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0	5°

Fonte: Autores, 2015.

Com os resultados observou-se que o risco - Deficiência de qualificação técnica quanto à elaboração de projetos – se destacou dentre os cinco, com um percentual em um nível muito acima dos demais. Em segundo plano está o risco - Deficiência de comunicação (motivação, mobilização e treinamento de mão de obra). Seguindo a hierarquia, em terceiro têm-se o risco - Deficiência em gestão de projetos. O segundo e terceiro lugar no *ranking* já apresentaram percentuais proporcionalmente próximos.

Os riscos - Deficiência de orientação técnica e controle – e - Deficiência em gestão de cronograma de obras – apresentaram percentuais nulos. De acordo com Linhares *et al.* (2012), os valores nulos encontrados não indicam uma irrelevância dos mesmos no projeto, mas sim uma baixa preferência frente às demais opções. Os mesmos autores atribuem este valor zero, em parte ao fato de o entrevistado ter respondido graus de preferência extremos em diversas comparações pareadas. Outro ponto de análise, é com relação a característica do algoritmo, onde a comparação global das medidas sintéticas *fuzzy*, seleciona o menor valor dentre as comparações (LINHARES ET AL., 2012).

Mediante os valores nulos para estes riscos, o ponto de análise de decisão para estabelecimento da hierarquia foi com base no peso atribuído pelo especialista, onde o C4 tem peso 7 em relação a C5, indicando que a não conformidade da execução tem interferência direta no atraso do cronograma da obra.

6 CONCLUSÕES

O objetivo do artigo foi atingido uma vez que apresentou uma hierarquização dos riscos eventuais em projetos de construção do PNHR/PA. Tal hierarquização, de fato, representa a realidade da política que envolve os processos de projeto do PNHR/PA, certificando a eficiência do FAHP. Isso porque se destacou a alternativa de risco correspondente a elaboração do projeto, considerada etapa crítica, portanto merecendo ações prioritárias quanto a plano de respostas aos riscos. Outrossim, em segundo plano, encontra-se a alternativa de risco que corresponde a deficiência de comunicação com a mão de obra, ou seja, a orientação da equipe de execução da obra quanto ao projeto executivo bem como as especificações técnicas, pois se trata de empreendimentos em que a participação dos beneficiários na construção é premissa do programa, e que a tecnologia envolvida para construção é de amplo conhecimento e de domínio público.

A escolha do entrevistado foi uma decisão acertada, pois suas informações foram essenciais para a indicação dos riscos potenciais, elicitação dos pesos relativos aos riscos além de agregar conhecimento à pesquisa no que diz respeito à política do PNHR. Mesmo assim, torna-se necessário a agregação de mais opiniões na busca de maior percepção dos riscos e seus níveis de impacto no projeto.

Como esse estudo abordou a identificação de riscos e o nível de impacto destes em projetos de construção do PNHR/PA. Portanto, sugere-se realizar estudos a fim de verificar o melhor plano de respostas a estes riscos.

REFERÊNCIAS

- AKINTOYE, A.; MACLEOD, M. **Risk analysis and management in construction**. International Journal of Project Management. v. 15, p. 31-38, 1997.
- AZEVEDO, R.C.; ENSSLIN, L.; JUNGLES, A.E. **A Review of Risk Management in Construction: Opportunities for Improvement**. Modern Economy, 5, 367-383, 2014. <http://dx.doi.org/10.4236/me.2014.54036>
- BUZZI, D. C.; JUNGLES, A. E.; ÁVILA, A. V. **Gerenciamento de riscos em incorporadoras da construção civil: uma abordagem utilizando lógica difusa**. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Juiz de Fora: 2012.
- CHANG, D.Y. **Applications of the extent analysis method on fuzzy AHP**, European Journal of Operational Research, vol.95, pp.649-655, 1996.
- LI, H. X.; AL-HUSSEIN, M.; LEI, Z.; AJWEH, Z. **Risk identification and assessment of modular construction utilizing fuzzy analytic hierarchy process (AHP) and simulation**. NRC Research Press, Can. J. Civ. Eng. 40: 1184–1195, 2013.
- PMBOK Guide. **A Guide to the Project Management Body of Knowledge**. Project Management Institute. 5ª Ed., 2013.
- TANG, Y.; BEYNON, M. **Application and Development of a Fuzzy Analytic Hierarchy Process within a Capital Investment Study**, Journal of Economics and Management, v.1, n.2, 207-230, 2005.
- SAATY, T. L. **Theory and Applications of the Analytic Network Process: Decision Making with Benefits, Opportunities, Costs, and Risks**. Pittsburgh: RWS Publications, 2005.
- LINHARES, C. G.; GUSSEN, C. T. G.; RIBAS, J.R. **O método fuzzy AHP aplicado à análise de riscos de usinas hidrelétricas em fase de construção**. In: Congresso Latino-Iberoamericano de Investigación Operativa & Simpósio Brasileiro de Pesquisa Operacional, Rio de Janeiro, 2012.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

VIABILIDADE FINANCEIRA PARA *RETROFIT* EM HOTELARIA: O CASO DO CALIFÓRNIA OTHON CLASSIC

BRASIL, Paula (1); LIMA, Fabio (2); VERSIANI, Matheus (3); COUTINHO, Paulo (4)

(1) Arquitetura e Engenharia Civil da Universidade Estácio de Sá, e-mail: paulabrasil_arq@yahoo.com.br
(2) Universidade Estácio de Sá, e-mail: limafabio.rj@gmail.com, (3) Universidade Estácio de Sá, e-mail: matheusversiani@yahoo.com.br, (4) Universidade Estácio de Sá, e-mail: deebens.paulo@gmail.com

RESUMO

Os grandes eventos esportivos - Copa do Mundo 2014 e Olimpíadas 2016 - e a demanda por unidades habitacionais de locação temporária geram uma alteração no cenário hoteleiro da cidade do Rio de Janeiro. O objetivo do presente trabalho é verificar as vantagens do *retrofit* no setor hoteleiro, no que se refere à qualidade do espaço construído, além da sustentabilidade econômica e ambiental. Para isso, foi realizada uma análise comparativa de hotéis de mesmo porte a fim de compreender as demandas do local. Em seguida foi realizada uma análise *Walkthrough*, para identificar as potencialidades do empreendimento a partir de registros iconográficos, análise das condições e manutenção do edifício a fim de gerar uma matriz de recomendações para a modernização do empreendimento. Como resultado, foi possível observar a viabilidade financeira do *retrofit* e, principalmente, as potencialidades da edificação no que se refere à melhoria para a qualidade do espaço construído, sem alterar e nem comprometer o valor histórico do empreendimento.

Palavras-chave: Análise *Walkthrough*, Hotelaria, *Retrofit*

ABSTRACT

Major sporting events - the 2014 World Cup and 2016 Olympics - and the demand for housing units for temporary rental generate a change in the hotel scene of the city of Rio de Janeiro. The objective of this study is to verify the Retrofit advantages in the hotel sector, with regard to the quality of the built space, beyond the economic and environmental sustainability. For this, a comparative analysis of similar size hotels was carried out in order to understand the demands of the site. Then one Walkthrough analysis was performed to identify the project's potential from iconographic records, analysis of conditions and building maintenance in order to generate an array of recommendations for the modernization of the enterprise. As a result, we observed the financial viability of retrofit and especially the building of capabilities when it comes to improving the quality of the built, and without changing or compromising the historical value of the enterprise.

Keywords: *Walkthrough analysis, Hospitality, Retrofit*

1 INTRODUÇÃO

A hotelaria, na cidade do Rio de Janeiro, está passando por uma transformação devido aos grandes eventos esportivos. Segundo dados da Associação Brasileira Indústria Hoteleira – ABIH (2013), existe uma demanda do Comitê Olímpico em disponibilizar 27,8 mil unidades, um aumento de aproximadamente 20% até as Olimpíadas. Para atingir essa meta foram criados diversos incentivos como, por exemplo, fiscais,

financeiros (incentivo do Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social - BNDES para hotelaria) e legais (a exclusão de afastamentos laterais na Zona Sul, redução dos afastamentos frontais).

Isto pode ser observado na Lei 5230/10, que trata dos incentivos fiscais para operações relacionadas à Copa do Mundo de 2014 e aos Jogos Olímpicos e Paraolímpicos de 2016 e estabelece no art. 2º incentivos para construção e funcionamento de instalações destinadas a Hotéis, Pousadas, Resorts e Albergues.

Segundo o Art. 6º da mesma lei, até 31 de dezembro de 2015, serão tributados pelo Imposto sobre Serviços de Qualquer Natureza – ISS à alíquota de 0,5% (cinco décimos por cento) para serviços prestados visando à construção e reconversão de imóveis destinados à utilização pelos estabelecimentos mencionados.

Apesar dos incentivos, nem sempre os hotéis existentes compreendem a real necessidade de remodelação dos espaços, diante do mercado competitivo que tende a se estabelecer com as novas edificações produzidas com a mesma finalidade.

O presente artigo teve como objetivo verificar as vantagens do *Retrofit* no setor hoteleiro, no que se refere à qualidade do espaço construído, e viabilidade econômica, a fim de incentivar a modernização dos hotéis existentes permanecendo assim com o seu valor histórico da edificação. Para isso, foi realizado um o estudo de caso do Califórnia Othon Classic, por meio de uma Análise Preliminar ou *Walkthrough*, com registros iconográficos, análise documental e entrevistas, a fim de identificar a necessidades do local frente às demandas do espaço físico e do mercado competitivo. A análise *Walkthrough* ou Análise Preliminar consiste no reconhecimento do ambiente e na identificação descritiva de problemas e aspectos positivos do mesmo (BRASIL et. all, 2013). A partir das análises foi estabelecida uma matriz de recomendações para a modernização do espaço mediante um estudo de viabilidade financeira.

2 RETROFIT EM EDIFICAÇÕES

A possibilidade de obtenção de valores aceitáveis para o investimento estimula cada vez mais a adoção do *retrofit*, conforme analisam Marques de Jesus e Barros (2007). Para Marques de Jesus (2008), *retrofit* pode ser considerado a troca ou substituição de componentes ou subsistemas específicos de um edifício que se tornaram inadequados ou obsoletos, seja pelo passar do tempo, ou em função da evolução tecnológica ou de novas necessidades dos usuários.

Em qualquer das situações o *retrofit* tem o sentido de renovação, onde se pressupõe uma intervenção, obrigando-se ao encontro de soluções nas fachadas, instalações elétricas e hidráulicas, circulação, elevadores, proteção contra incêndio e demais itens que caracterizam o uso do que existir de melhor no mercado.

Segundo o *International Code Council* (CII, 2003), o termo *retrofit* significa qualquer trabalho empreendido em um edifício, apresentando categorias distintas de reabilitação, dependendo do grau de intervenção realizada sendo classificada em:

- a) Reparo: recuperação de materiais, elementos, ou equipamentos da edificação.
- b) Alteração Nível 1: remoção, reutilização ou aplicação de novos materiais aos elementos ou equipamentos do edifício.
- c) Alteração Nível 2: alterações que incluem a reconfiguração dos espaços ou qualquer sistema do edifício.

- d) Alteração Nível 3: alterações que ocorram em mais de 50% da área total do edifício.
- e) Mudança de Ocupação: alteração no uso original do edifício.
- f) Adição: serviços que visam prover a edificação de novas partes.

Reabilitação, segundo Aguiar, Cabrita e Appleton (2002), é o conjunto de ações que visa solucionar as deficiências físicas e as anomalias construtivas, ambientais e funcionais de um edifício, acumulado ao longo dos anos; ou alterar o seu uso original, procurando, ao mesmo tempo, uma modernização e uma melhoria geral do imóvel.

Os autores supracitados criaram, ainda, uma classificação de graus de intervenção estabelecendo critérios e criando instrumentos de gestão técnica e financeira ajudando na tomada de decisão dos prováveis custos da operação conforme sistematizado no Quadro 1.

Quadro 1 –Reabilitação segundo instrumentos de gestão técnica e financeira.

Nível 1	Nível 2	Nível 3
<p>Reabilitação superficial: execução de pequenos reparos e benefícios nas instalações e equipamentos já existentes na edificação. Como exemplos citam: melhorias das condições interiores da iluminação e ventilação, limpeza e reparo geral das coberturas, reparos pontuais de revestimento, reparo das esquadrias existentes e melhoria das instalações elétricas.</p>	<p>Reabilitação média: diferencia da reabilitação superficial por serem ações mais profundas, mas não ultrapassando 50% do custo de uma construção nova. Nestes casos, alguns elementos e subsistemas do edifício não possuem condições de serem recuperados. Este tipo de intervenção ocorre quando os sistemas elétricos e hidráulicos devem ser completamente substituídos por novos.</p>	<p>Reabilitação profunda: este tipo de intervenção compreende, de forma geral, a necessidade de desenvolver importantes alterações na distribuição e organização interior dos espaços no edifício, implicando em demolições e reconstruções significativas, que pode obrigar a substituição parcial ou total dos sistemas do edifício.</p>

Fonte: Adaptado de AGUIAR, CABRITA e APPLETON 2002

Acrescenta-se ainda que a reabilitação também possa contribuir para a atualização das instalações, equipamento e a organização dos espaços existentes, melhorando o desempenho funcional da edificação, tornando-a apta para o seu reuso.

2.1 *Retrofit* em hotéis

As principais motivações dos empreendedores para o *retrofit* no setor de hotelaria estão relacionadas com o resgate dos clientes e hóspedes, maior rentabilidade. Para isso, busca-se utilizar tecnologias avançadas em sistemas prediais e materiais modernos, mantendo a preservação do patrimônio, sobretudo o arquitetônico.

O *retrofit* de edificações tem sido uma opção de reforma incentivada no Brasil por políticas fiscais e pela iniciativa privada, num cenário bastante promissor já que os edifícios históricos das áreas urbanas estão “envelhecendo” e com isso edificações de importância no contexto de nossas cidades estão deteriorando-se. (ESTEVES, 2010).

Para analisar a real viabilidade do *retrofit* no setor de hotelaria, foi realizado um estudo de caso do Hotel Califórnia Othon Classic, edificação com valor histórico por ter sido produzida em 1949.

3 ESTUDO DE CASO: CALIFÓRNIA OTHON CLASSIC

O Hotel Califórnia Othon Classic foi fundado para atender a demanda da Copa do Mundo de 1950. Está situado em frente à praia de Copacabana no Rio de Janeiro, localizado a 27 km do Aeroporto Internacional e a 10 km do Aeroporto Santos Dumont.

O empreendimento consiste em um hotel de médio porte e arquitetura no estilo clássico, que comporta 113 apartamentos, variados em categorias Standard, Luxo e Luxo com varanda. Trata-se de um Hotel H - preferencialmente urbano partido arquitetônico vertical, clientela mista variando entre executivos e turistas - e Central - localizados em áreas centrais das cidades próximo a restaurantes, bares, cinemas, teatros, etc. Em 1999 o hotel foi classificado como quatro estrelas pela ABIH. . Entretanto, é a percepção negativa dos clientes e as potencialidades financeiras que inspira e objetiva o presente estudo.

Dentro do escopo da avaliação *Walkthrough*, foram realizadas análises de fichas/registro do hotel no ano de 2014 e questionários com usuários e funcionários a fim de compreender o perfil dos clientes e as expectativas dos mesmos, quanto ao, uso, percepção e nível de satisfação.

3.1 Levantamento do Perfil dos clientes

Foram analisados 386 fichas/registro e o perfil dos clientes dividiu-se entre turistas em famílias, Lua de Mel, turistas sozinhos e negócio.

Quadro 2 - Perfil dos clientes quanto ao uso – ano 2014

Perfil dos clientes	
Turistas Famílias	124
Lua de Mel	114
Turistas sozinhos	110
Negócios	38

Fonte: autores

Pode-se interpretar, a partir do Quadro 2, que 90,15% de sua ocupação é turística e apenas 9,85% da ocupação corresponde a usuários que visam negócios. Observa-se assim que a finalidade inicialmente prevista pelos empreendedores foi mantida.

3.1 Levantamento do Nível de satisfação do usuário

De acordo com funcionários da rede e análise dos documentos fornecidos, foi possível observar que não há fidelização do cliente.

Assim, observa-se também a pontuação dada em referência à qualidade em um total de 407 usuários entrevistados, apenas 5,65% consideram o hotel excelente, e que 68% avaliaram o hotel como razoável, ruim ou horrível, conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Nível de satisfação cliente – ano 2014

Classificação	Votos
Excelente	23
Muito bom	104
Razoável	141
Ruim	71
Horrível	68

Fonte: Autores

Em função das sugestões indicadas nas entrevistas, acredita-se que a falta de fidelidade e o baixo nível de satisfação estejam relacionados com poucos serviços oferecidos no hotel e suas Unidades Habitacionais (Uhs) que geralmente representam o principal elo com o cliente. Entretanto, são antigas, defasadas e tornam-se o principal motivo de insatisfação. Essa pontuação também é representada discriminada em itens do questionário referentes ao serviço prestado e suas percepções. Em função dos dados coletados, pode-se notar que o fator Localização é o mais satisfatório e que o fator Quarto é o pior avaliado, sendo assim o principal motivo de insatisfação do cliente conforme abaixo.

3.2 Análise da concorrência

Foram escolhidos quatro concorrentes diretos, localizados na praia de Copacabana – Avenida Atlântica, e que pertencem à mesma categoria, entre três e quatro estrelas, a fim de que o comparativo se mantenha com o mesmo público. Os hotéis concorrentes são o Tulip inn, Golden tulip, Debret e Lancaster Othon Travel e estão demonstrados no Quadro 4, com suas principais características.

Quadro 4 - Análise comparativa entre os hotéis concorrentes

Geral	Califórnia Othon	Lancaster Othon	Tullip Inn	Golden Tulip Regent	Hotel Debret
Tipo de propriedade	Próprio	Próprio	Próprio	Próprio	Próprio
Independente / Rede / Franquia	Rede	Rede	Rede	Rede	Rede
Inaugurado em	1949	1950	1937	1960	1931
Atrações próximas	Praia; Restaurantes; Metrô; Lojas.	Praia; Restaurantes; Metrô; Lojas.	Praia; Restaurantes; Metrô; Lojas.	Praia; Restaurantes; Metrô; Lojas.	Praia; Restaurantes; Metrô; Lojas.
Popularidade no TripAdvisor	Nº 50 de 210	Nº 154 de 210	Nº 125 de 210	Nº 160 de 210	Nº 20 de 210
Reforma	-	2008	2006	2007	-
Total de apartamento	113	69	112	275	107

s					
Tipo de apartamentos	Standart / Luxo / Luxo c/ varanda	Standart / Luxo	Standart / Delux	Standart / Luxo / Suíte Delux	Standart / Superior / Suíte
Tarifas médias	R\$ 230,13	R\$ 258,23	R\$ 264,55	R\$ 295,80	R\$ 230,28
Preços especiais	R\$ 139,00	R\$ 145,00	R\$ 165,00	R\$ 182,00	R\$ 145,00
Sistema de reservas	Site / Telefone	Site / Telefone	Site / Telefone	Site / Telefone	Site / Telefone

Fonte: Autores

A partir do quadro comparativo, foi possível observar que, apesar dos hotéis apresentarem características semelhantes, os que tiveram maior intervenção em termos de modernização dos espaços foram os que tiveram melhor avaliação, independente de apresentarem as maiores tarifas de hospedagem.

3.3 Matriz de recomendações para o *Retrofit*

Foi realizada uma análise das principais necessidades observadas no hotel, e sugeridas pelos usuários e funcionários, a fim de identificar as estratégias projetuais e intervenções necessárias. Dentre as sugestões, algumas foram sistematizadas a baixo:

- Substituição da alvenaria convencional que estão danificadas por *Drywall*, pois essa tecnologia facilita modificações internas no apartamento, ganho de área útil, facilidade de executar manutenções, isolamento termo-acústico e rapidez de execução na obra.
- Economia e reuso da água com torneiras com temporizadores e sensores;
- Renovação dos sistemas de instalações elétricas a fim de atender ao aumento de cargas realizado ao longo dos anos e renovação dos sistemas de dados e instalação de wifi nos pavimentos superiores;
- Substituição de lâmpadas incandescentes por fluorescentes e LED, e implantação de sistema de aquecimento solar proporcionando um gasto energético geral do empreendimento menor;
- Manutenção das esquadrias (ferro) das fachadas e substituição de alguns vidros, para obter maiores propriedades acústicas visando o conforto do quartos;
- Redistribuição dos dutos do condicionado central, e sistema de prevenção e combate a incêndio por sistemas mais eficientes, diminuindo consumo de energia e gerando maior segurança;
- Troca do piso dos corredores e apartamentos por cerâmicas retificadas que facilitem a manutenção e com menor área de rejunte e pintura dos quartos e inserção de objetos decorativos.

Entende-se que os ganhos oriundos das recomendações proporcionarão redução dos custos no uso e operação do edifício, aumento da vida média dos equipamentos; facilidades de manutenções; Garantia de durabilidade (evitando trocas de materiais e

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP

reformas antecipadas); Conforto luminoso; Segurança do ambiente/edifício; redução de impactos ambientais.

3.4 - Análise financeira para o *Retrofit*

Para viabilizar financeiramente a realização do *retrofit* no ano de 2015, o método elaborado consistiu em utilizar parte do capital próprio do resultado do ano de 2014, em que aproximadamente 50% do lucro líquido serão reinvestidos no montante de investimento, R\$ 1.350.000,00 e o restante por meio de financiamento bancário com uma taxa de juros de 15% ao ano.

Durante o ano de 2015 será realizada a reforma e, a partir deste período, o aumento da diária será de 7,5%, conforme segue o aumento médio da concorrência, passando para R\$ 247,38. Para análise dos custos atuais e prognóstico futuro (Tabela 1), foi adotada a fórmula de Hubbard¹, geralmente, utilizada para cálculos de investimentos em hotelaria. Neste caso, aplicada ao investimento no *retrofit*.

Tabela 1 – Prognóstico do investimento do retrofit

	PROGNÓSTICO FUTURO							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Ocupação	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%	75%
Nº Total de Apts	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00
Apt Disponíveis	41.245,00	30.915,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00	41.245,00
Apt Ocupados	30933,75	24113,7	30933,75	30933,75	30933,75	30933,75	30933,75	30933,75
Diária Média	230,13	247,39	294,78	305,94	317,73	330,17	343,31	357,45
Aumento no Valor da Diária Me	0	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%
Aumento no Valor da Diária Me	R\$ 0,00	R\$ 17,26	R\$ 19,63	R\$ 11,16	R\$ 11,79	R\$ 12,45	R\$ 13,14	R\$ 14,14
Aumento na Receita de A&B	0	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%
Aumento custo 7,5 % Inflação	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%	7,50%
	DRE							
	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
HOSPEDAGEM								
Total de Receitas	7.571.731,48	5.965.482,21	9.118.650,83	9.463.878,90	9.828.439,75	10.213.416,00	10.619.950,92	11.057.419,60
Total de Despesas	1.732.357,79	1.862.284,63	2.001.955,97	2.152.102,67	2.313.510,37	2.487.023,85	2.673.550,42	2.874.066,71
Margem Bruta	5.839.373,69	4.103.197,59	7.116.694,85	7.311.776,23	7.514.929,37	7.726.392,35	7.946.400,50	8.183.352,89
ALIMENTOS & BEBIDAS								
Total de Receitas	701.274,91	753.870,52	810.410,81	871.191,62	936.531,00	1.006.770,82	1.082.278,63	1.163.449,53
Total de Despesas	468.131,41	503.241,27	540.984,36	581.558,19	625.175,06	672.063,18	722.467,92	776.653,02
Margem Bruta	233.143,49	250.629,26	269.426,45	289.633,43	311.355,94	334.707,64	359.810,71	386.796,51
ADMINISTRAÇÃO								
Total de Despesas	386.393,59	415.373,11	446.526,10	480.015,55	516.016,72	554.717,97	596.321,82	641.045,96
Margem Bruta	386.393,59	415.373,11	446.526,10	480.015,55	516.016,72	554.717,97	596.321,82	641.045,96
GERÊNCIA								
Total de Despesas	291.720,22	313.599,23	337.119,17	362.403,11	389.583,35	418.802,10	450.212,25	483.978,17
Margem Bruta	291.720,22	313.599,23	337.119,17	362.403,11	389.583,35	418.802,10	450.212,25	483.978,17
MANUTENÇÃO								
Total de Despesas	516.172,63	554.885,58	596.501,99	641.239,64	689.332,62	741.032,56	796.610,01	856.355,76
Margem Bruta	516.172,63	554.885,58	596.501,99	641.239,64	689.332,62	741.032,56	796.610,01	856.355,76
OUTRAS DESPESAS								
Água	168.000,00	180.600,00	194.145,00	208.705,88	224.358,82	241.185,73	259.274,66	278.720,26
Luz	276.000,00	296.700,00	318.952,50	342.873,94	368.589,48	396.233,69	425.951,22	457.897,56
Seguro	210.000,00	225.750,00	242.681,25	260.882,34	280.448,52	301.482,16	324.093,32	348.400,32
Total de Despesas	654.000,00	703.050,00	755.778,75	812.462,16	873.396,82	938.901,58	1.009.319,20	1.085.018,14
RESULTADO								
Total de Receitas	8.273.006,39	6.719.352,74	9.929.061,64	10.335.070,52	10.764.970,74	11.220.186,82	11.702.229,56	12.220.869,13
Total de Despesas	4.048.775,64	4.352.433,82	4.678.866,35	5.029.781,33	5.407.014,93	5.812.541,05	6.248.481,63	6.717.117,75
Margem Contribuição	4.224.230,74	2.366.918,92	5.250.195,29	5.305.289,19	5.357.955,81	5.407.645,77	5.453.747,93	5.503.751,38
Pagamento Dívida Empréstimo	0,00	1.922.500,00	1.772.500,00	1.622.500,00	1.472.500,00	1.322.500,00	1.322.500,00	0,00
LAIR 34%	4.224.230,74	444.418,92	3.477.695,29	3.682.789,19	3.885.455,81	4.085.145,77	4.131.247,93	5.503.751,38
I.R.	1.436.238,45	151.102,43	1.182.416,40	1.252.148,33	1.321.054,98	1.389.949,56	1.404.624,30	1.871.275,47
Lucro Líquido	2.787.992,29	293.316,49	2.295.278,89	2.430.640,87	2.564.400,84	2.696.196,21	2.726.623,63	3.632.475,91

Fonte: Autores

¹ COIMBRA, DALMÁCIO (2008), MATIAS, VALLE (2013), PRESTES (2012).

A partir das análises realizadas foi possível planejar a amortização da dívida em 6 anos, considerando a queda na receita após a Copa do Mundo. Verifica-se que quitação da dívida ocorrerá em 2020. No final de 2021 se terá um aumento em 30% da receita líquida, em comparação com o ano presente.

Esse plano estratégico obedece repousa na premissa que o Hotel Califórnia Othon Classic é capaz de atingir o público e sua fidelização com maior eficiência, tornando o mais competitivo perante os concorrentes em um cenário positivo da hotelaria na cidade do Rio de Janeiro para os próximos anos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A conservação do patrimônio histórico exige um grande rigor científico, pois envolve uma grande diversidade e complexidade de temas na sua abordagem, como o domínio sobre as velhas e novas tecnologias e o conhecimento de materiais e métodos construtivos empregados com vistas à conservação.

A análise *Walkthrough* no estudo de caso do Hotel Califórnia Othon Classic permitiu delimitar os objetivos do *retrofit* e gerar a Matriz de recomendações. O método utilizado permitiu selecionar, de maneira inicial, os setores ou questões mais relevantes da reforma, que estão relacionadas com a qualidade e sustentabilidade da edificação, dando o necessário foco ao trabalho. A concentração dos esforços nos assuntos mais relevantes maximizou a relação custo-benefício do *retrofit*, na medida em que ampliou os potenciais resultados dos trabalhos.

Foi possível perceber que o investimento no *retrofit* do hotel permitirá significativa melhora nos resultados financeiros, ao lado de incorporar mais valor quanto às percepções dos clientes, colocando, assim, o hotel à frente ou, pelo menos, mesmo nível de seus concorrentes.

Vale destacar que o custo da unidade habitacional, mesmo depois do *retrofit*, mantém-se bastante acessível ao seu público-alvo. Investir na recuperação de empreendimentos antigos e abandonados é sem dúvida de grande relevância para a recuperação da identidade histórica do local.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, J.; CABRITA, A. M. R.; APPLETON, J. **Guião de apoio à reabilitação de edifícios habitacionais**. 6 ed. Lisboa: Laboratório Nacional de Engenharia Civil, 2002. 2 v.

BRASIL, P. ; ERTHAL, VERA ; SALGADO, M. ; SANTOS, M. J. . Post-occupancy Evaluation in Public Buildings. In: 19th International CIB World Building Congress, 2013, Brisbane. Brisbane: Queensland University of Technology, 2013. v. 1.

ESTEVES, Ana Paula. O *RETROFIT* DE EDIFICAÇÕES TOMBADAS: Possíveis caminhos para a atualização tecnológica de fachadas modernistas e a reforma do edifício IRB . Dissertação de mestrado. Programa de Pós Graduação em Arquitetura da Universidade Federal Fluminense, 2010.

INTERNATIONAL CODE COUNCIL. **International Existing Building Code**. Illinois: Cengage Delmar Learning, 2003. Disponível em: <http://www.iccsafe.org>. Acesso em 16 jul. 2014.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

MARQUES DE JESUS, C. R. **Análise de Custos para Reabilitação de edifícios para Habitação**. 2008. São Paulo. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MARQUES DE JESUS, C. R.; BARROS, M. M. S. B. Análise de Custos para Reabilitação de Edifícios Habitacionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, Campinas, 2007. 10 p.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à UNESA pelas bolsas de produtividade em pesquisa e iniciação científica.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

DIRETRIZES PARA O PROJETO DE REABILITAÇÃO DE UMA EDIFICAÇÃO DE ENSINO PÚBLICO FEDERAL

CHAVES, Victor L. A. (1); BRANDSTETTER, Maria Carolina G. O. (2); MENDES, Marcela P. (3)

(1) Programa de Pós-Graduação em Geotecnia, Estruturas e Construção, Universidade Federal de Goiás, telefone (62) 3209-6099, e-mail: victorleandro2@hotmail.com (2) UFG, e-mail: maria.carolina@uol.com.br, (3) UFG, e-mail: marcela.p.mendes@hotmail.com

RESUMO

Este trabalho propõe diretrizes para a elaboração do processo de reabilitação do edifício das Faculdades de Farmácia e Odontologia da Universidade Federal de Goiás. O estudo realizado deu continuidade a uma pesquisa maior que avaliou as necessidades e prioridades de reabilitação de edificações de Instituições Federais de Ensino Superior. Por meio de um estudo de caso de cunho descritivo, a pesquisa compreendeu as etapas: construção do histórico de intervenções realizadas, análise de serviços de manutenção solicitados e ofícios de reformas, mapeamento da situação atual para composição de um diagnóstico relativo às principais manifestações patológicas observadas e, por fim, a proposta de diretrizes para solucionar as falhas evidenciadas e otimizar a funcionalidade da edificação, de modo a gerar informações para a composição dos projetos de reabilitação do edifício. Entre os principais resultados, destacam-se os problemas de defasagem operacional relacionada à ineficiência do sistema predial elétrico e a constatação que as intervenções ocorridas voltaram-se prioritariamente ao aspecto funcional, revelando a necessidade de flexibilização dos ambientes para atender à constante mudança das necessidades de seus usuários. A pesquisa contribui para o avanço da discussão sobre a reabilitação de edifícios, tema já largamente difundido em outros países, porém ainda em consolidação no âmbito nacional.

Palavras-chave: Reabilitação, Diretrizes, Instituição de Ensino Superior.

ABSTRACT

This work proposes guidelines for rehabilitation process of a higher education building. The study continued a master's thesis that assess the needs and priorities of buildings rehabilitation in Federal Institutions. The study has gone deep in rehabilitation process of an specific building in Federal University of Goiás. Through a descriptive case study, this research includes: construction of the interventions history, service requested analysis, current mapping situation with photographic records and interviews with users to compose a diagnosis of main pathological manifestations observed. After data analysis, the study proposes guidelines to resolve faults identified and optimize the building functionality in order to generate information for composing rehabilitation projects. Among main results, were identified deficits operating problems of inefficient electrical system and interventions occurred primarily for functional aspects, revealing the need for more flexible environments to meet the changing needs of users. The research contributes to discussion on the rehabilitation of buildings, which is a theme widely known in other countries, but still consolidating in Brazil.

Keywords: Rehabilitation, Guidelines, Higher education building.

1 INTRODUÇÃO

As edificações, sejam patrimônio histórico ou não, exigem ao longo de sua vida útil diversas intervenções, que variam desde uma simples manutenção até a reabilitação, podendo sofrer alterações tanto físicas como funcionais. O termo reabilitação teve destaque após a Carta de Amsterdã, em 1975, visando promover a recuperação dos valores e concepções de uma dada edificação (PAIVA; AGUIAR; PINHO, 2006).

A reabilitação de edifícios é um tema relativamente novo no Brasil. Ao contrário do que se observa em território nacional, a Europa apresenta um contingente de pesquisa e aplicação da atividade de reabilitação muito maior e suas pesquisas datam de períodos bem anteriores.

Em contraste ao cenário europeu, a construção civil brasileira ainda encontra forte resistência à atividade de reabilitação de edifícios, uma vez que as dificuldades de gestão dessa atividade ainda são muitas, já que o processo exige técnicas de execução, planejamento e orçamento diferenciados das construções novas, bem como mão de obra especializada (MARQUES DE JESUS, 2008). Entretanto, em face dos avanços nas exigências normativas sobre desempenho de edifícios, além da perda de funcionalidade dos mesmos devido a desgastes naturais e antrópicos, ampliou-se a atividade de reabilitação no país.

Essa necessidade de intervenção em edifícios se intensifica ainda quando se tratam de edificações de instituições de ensino superior, em especial aquelas de gestão pública. As instituições de ensino superior abrigam diversos centros de pesquisa, que contêm um grande número de laboratórios, consultórios médicos, entre outros ambientes especiais. Esses centros exigem, para a eficácia das pesquisas e do atendimento à comunidade, uma estrutura adequada, tecnologicamente moderna, com instalações em correto funcionamento e seguras. Além disso, ainda é necessário oferecer conforto aos usuários para que os mesmos possam desenvolver seu conhecimento e aprendizado pleno (OLIVEIRA, 2013).

O processo de reabilitação de um edifício abrange diversas etapas preliminares à sua execução, que consistem na elaboração de um levantamento e mapeamento detalhados das condições atuais do edifício, bem como suas principais necessidades. De posse dessa análise e caracterização da edificação é possível a elaboração de um projeto de reabilitação adequado às suas necessidades, maximizando assim a eficácia da intervenção (OLIVEIRA, 2013).

O objetivo deste trabalho é propor diretrizes para a elaboração do processo de reabilitação de uma edificação de ensino superior, por meio de um estudo de caso. O edifício que atualmente abriga os cursos de Farmácia e Odontologia da Universidade Federal de Goiás foi construído em 1989 e constitui um cenário propício para análise do processo de reabilitação, uma vez que além de apresentar inúmeras manifestações patológicas, o rápido desenvolvimento da tecnologia e as mudanças nas necessidades da sociedade demandam funcionalidades que não foram previstas durante a concepção da obra. Dessa forma, o mesmo não atende com eficácia as exigências dos atuais usuários, exigindo assim uma intervenção intensa.

O Projeto REABILITA (ZMITROWICZ; BOMFIM, 2007) estrutura em quatro fases o processo de reabilitação de edifícios: diagnóstico do imóvel, projeto, planejamento e gestão da produção, ocupação da edificação. A pesquisa se concentra na fase de diagnóstico e projeto, abrangendo as etapas de inspeção e caracterização do edifício, bem como a identificação das diretrizes técnicas.

2 REABILITAÇÃO DE EDIFICAÇÕES

Apesar do grande foco da construção civil brasileira ser o investimento prioritário em construção de novas edificações em face das já existentes, o surgimento de novas exigências normativas de qualidade e durabilidade dos edifícios, como a norma de desempenho NBR 15575 (ABNT, 2013) tem exigido do grupo de engenheiros e arquitetos um dispêndio cada vez maior em intervenções nas estruturas construídas. No cenário nacional, intervenções como reforma e manutenção já se tornaram comuns no cotidiano da construção civil. E ainda, recentemente, a reabilitação vem sendo estudada e aplicada também com maior frequência, como é o caso de Appleton (2010), Morettini (2012), Oliveira (2013), entre outros.

Quando se tratam de intervenções mais amplas, que suplantam a limitada solução de problemas pontuais, objetivando a renovação da funcionalidade e desempenho da edificação, pode-se aplicar o conceito de reabilitação. Esta consiste num conjunto de atividades direcionadas ao restauro ou mesmo conservação dos elementos funcionais da edificação, promovendo sua beneficiação geral e permitindo que atenda às exigências funcionais atualizadas (OLIVEIRA, 2013). A reabilitação visa, portanto, ampliar a vida útil do edifício ao buscar dotá-lo de atributos funcionais equivalentes àqueles exigidos a um edifício novo, envolvendo dentro dessa ação outras atividades de intervenções como o restauro, manutenção, retrofit ou reforma (MARQUES DE JESUS, 2008).

A reabilitação de um edifício é um processo complexo e exige um planejamento prévio detalhado. Seus custos podem ser elevados a ponto de torná-la inviável. Entretanto, em um cenário atual, no qual as preocupações com sustentabilidade estão em voga, olhar somente para o custo/benefício já não representa a realidade. O conceito de sustentabilidade agrega em si diversos outros valores que fogem ao âmbito financeiro, como a proteção ambiental, o consumo energético, a valorização patrimonial e social. Sendo assim, já não é possível avaliar se uma reabilitação é cara ou barata com base nos custos de construção por metro quadrado (APPLETON, 2010). A partir dessa visão mais ampla, pode-se enxergar grandes vantagens nesse tipo de intervenção.

Observa-se atualmente que muitas vezes o projetista prioriza as novas adições em detrimento da reutilização dos elementos já existentes nas edificações. Conceitualmente esse tipo de intervenção exige que seja feita uma fusão das formas e materiais antigos com os novos, proporcionando ao edifício uma capacitação tecnológica moderna e que atenda aos seus usuários, sem, entretanto, deixar de lado sua concepção e características iniciais. No entanto, aproveitar ao máximo o já existente traz grandes benefícios, já que tecnologias novas e antigas podem entrar em conflito e muitas vezes não se encaixam corretamente (RODERS; POST; ERKELENS, 2006).

No cenário internacional as atividades de reabilitação na Europa surgiram a partir da Segunda Guerra Mundial. A evolução em termos de tecnologias construtivas e de novos materiais permitiu uma readequação da relação custo/benefício para as obras de reabilitação, atingindo na última década um patamar acima de 35% em obras de recuperação e modernização. Países como Suécia, Reino Unido, Holanda, Itália, França e Noruega destinaram mais de 40% do total de investimentos da construção civil para empreendimentos de reabilitação, o que indica um mercado emergente e em franca expansão (OLIVEIRA, 2013; ZMITROWICZ; BOMFIM, 2007).

3 MÉTODO DE PESQUISA

A pesquisa, de acordo com a natureza do objeto, é descritiva; quanto ao método científico, consiste em um estudo de caso e, em relação a seus resultados, constitui em

uma pesquisa aplicada. A escolha do objeto de estudo baseou-se nos resultados da pesquisa realizada por Oliveira (2013), que em sua dissertação de mestrado buscou desenvolver e aplicar um método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de instituições de ensino superior. Nesta pesquisa, o autor conclui apontando o prédio das Faculdades de Farmácia e Odontologia, dentro do parque edificado da Universidade Federal de Goiás, como um dos mais carentes de um processo de reabilitação. A edificação foi escolhida também pela facilidade de acesso aos dados documentais como projetos e solicitações de manutenção, bem como o corpo diretivo do Centro de Gestão do Espaço Físico (CEGEF) da UFG.

3.1 Instrumentos de coleta e análise dos dados

A coleta e pesquisa realizada dividiram-se em quatro etapas distintas. Cada uma destas etapas foi escolhida buscando identificar por diversos meios quais foram as intervenções ocorridas. A primeira etapa compreende o histórico das principais intervenções que foram executadas no edifício em análise. Foram realizadas entrevistas com o corpo diretivo do CEGEF da UFG onde foram pontuadas as mudanças significativas no prédio ao longo dos anos, e a partir disso buscou-se no acervo do CEGEF os projetos referentes a estas para realizar a devida análise. Para melhor análise das modificações, foram comparados os projetos originais e após as modificações.

Na fase seguinte buscou-se conhecer as principais causas de manutenção e reforma ocorrentes no edifício. Para isso foram coletadas as ordens de serviço e os ofícios de reforma de 2009 até 2013 e usados métodos estatísticos em sua análise.

A terceira etapa consistiu no mapeamento da situação atual do local de estudo, apontando os problemas mais relevantes, ligados a diversos setores. Foram realizadas visitas técnicas, sendo estas assistidas por funcionários da instituição. Foram feitos registros fotográficos e coletadas informações sobre o funcionamento da edificação.

O último estágio da pesquisa foi a proposição de diretrizes para solucionar as falhas evidenciadas e otimizar a funcionalidade da edificação. Esta etapa contou com o apoio de profissionais arquitetos e engenheiros civis, que fizeram sugestões para os projetos de reabilitação do edifício, a partir de uma entrevista estruturada e da exposição das principais falhas analisadas nas três etapas anteriores. As diretrizes foram construídas a partir dos resultados obtidos, tanto em relação às intervenções ocorridas sejam por necessidades dos usuários ou por solicitações de manutenção.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O edifício das faculdades de Farmácia e Odontologia da UFG foi inaugurado no ano de 1989 e possui uma área de 7932 m², sendo composto por térreo e três pavimentos superiores. Trata-se de uma edificação multifuncional, na qual são desenvolvidas atividades acadêmicas (pesquisas, aulas teóricas e práticas) e também atendimentos à comunidade, ligados às áreas farmacêuticas e odontológicas.

4.1 Histórico de intervenções da edificação

Ao longo dos anos o edifício sofreu diversas intervenções físicas. As alterações variam de simples mudanças da funcionalidade de ambientes até criação, demolição ou deslocamento de outros. Nota-se que essas, em sua maioria, tem um caráter muito mais funcional, de adequar o espaço às necessidades, do que reparos de problemas estruturais. Entre as alterações de complexidade maior, que promoveram mudanças significativas da estrutura do local, podem ser citadas:

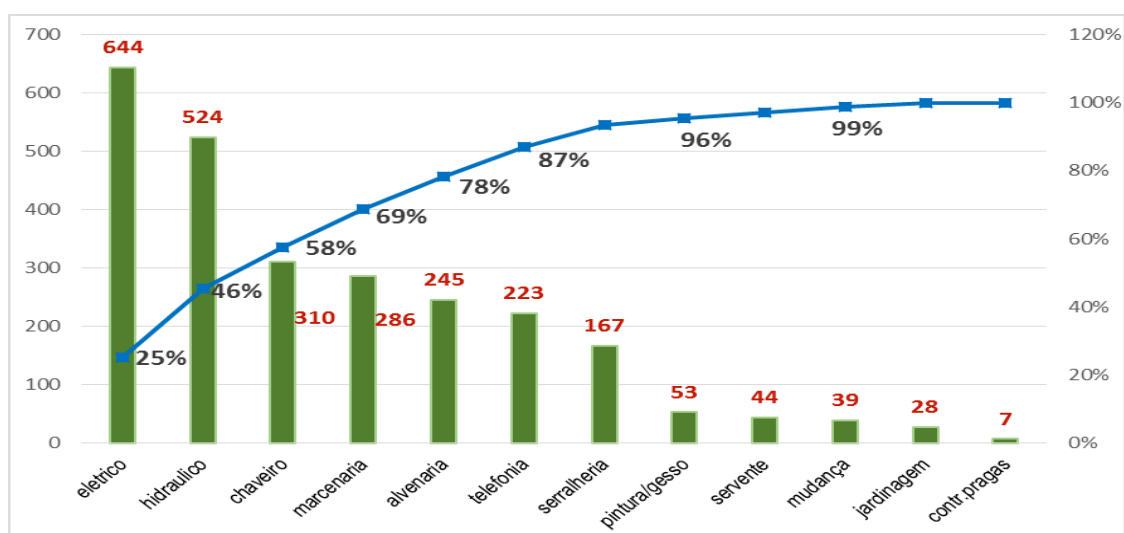
SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP

- Alteração operacional dos ambulatórios em 1993 - o sistema de atendimento de rosetas foi alterado para boxes espalhados pelo ambulatório, com corredores para circulação dos professores para facilitação da observação e auxílio aos alunos.
- Criação do Ambulatório de Pesquisa e Pós Graduação em 1996 promovendo pesquisas, com atendimento a pacientes, em uma área de 388,4 m².
- Implantação da lanchonete e quiosque no ano 2000 para convivência e interação dos usuários da edificação, das clínicas e laboratórios.
- Expansão do Laboratório Rômulo Rocha e criação do Centro Goiano de Doenças da Boca (CGDB) em 2002, que se tornaram referência acadêmica e social.
- Reforma geral do auditório - o projeto de reforma em 2007 contemplou alterações de layout, visando um melhor aproveitamento do espaço.
- Reformas de acessibilidade – em 2007 houve a criação de cabine exclusiva para deficientes físicos. Em 2009 uma intervenção mais ampla envolveu criação de rampas, vagas de estacionamento exclusivas, sinalizações nos sanitários, retirada de muretas que representavam obstáculos e recuperação de passagens danificadas.
- Reforma do telhado – intervenção generalizada em 2007 para melhoria do conforto térmico e tratamento de manifestações patológicas.
- Criação do setor de emergência da Odontologia em 2010 no térreo da edificação.
- Criação do Centro de Esterilização e lavanderia com término em 2013, abrangendo uma área de 360 m².

4.2 Solicitações de intervenções da edificação

Analisando as ordens de serviço requisitadas desde setembro de 2009 até o final de agosto de 2013, percebeu-se que as instalações elétricas e hidráulicas foram as principais causas de manutenção na edificação. Foram coletadas 2 571 solicitações e a análise destas foi facilitada pelo Diagrama de Pareto apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Ordens de serviços da edificação do estudo de caso



Fonte: autores

Destaca-se a relevância para os itens relativos às instalações elétricas e hidráulicas. As solicitações ligadas à categoria hidráulica incluem serviços como desentupimento de vasos e encanações, reparos de tubulações danificadas e conserto de torneiras com vazamento. No setor elétrico destacam os serviços de reparos de tomadas com defeitos, pontos de luz com mau contato, quedas de energia e instalação de novas tomadas.

4.3 Inspeção e diagnóstico do edifício

Algumas das principais falhas observadas na etapa de inspeção e diagnóstico estão ilustradas nas figuras a seguir e tratam de falhas nos sistemas prediais hidrossanitários (Figura 2), sistema elétrico (Figura 3), sistema predial de gás e incêndio (Figura 4), revestimentos internos e externos (Figura 5), esquadrias (Figura 6), estrutura e cobertura (Figura 7), acessibilidade (Figura 8) e armazenamento (Figura 9).

Figura 2 – Bebedouro em local inapropriado no laboratório de patologia



Fonte: autores

Figura 3 – Improvisação com extensões devido ao aumento de equipamentos



Fonte: autores

Figura 4 – Botijão de gás armazenado em local confinado no laboratório



Fonte: autores

Figura 5 – Forro quebrado no banheiro



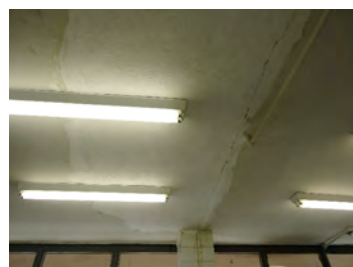
Fonte: autores

Figura 6 – Laboratório com papel pardo nas janelas



Fonte: autores

Figura 7 – Fissuras no laboratório devido à junta de dilatação



Fonte: autores

Figura 8 – Falha de acessibilidade na largura da porta do banheiro



Fonte: autores

Figura 9 – Armazenamento temporário falho de resíduos infectantes



Fonte: autores

5 DIRETRIZES PARA A REABILITAÇÃO E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As diretrizes para a reabilitação do edifício em estudo levaram em consideração não só a economia, mas também a sustentabilidade e a flexibilidade. A análise histórica das principais intervenções realizadas permitiu entender quais foram as necessidades dos usuários ao longo do tempo. O conhecimento das principais causas de manutenção e reforma somadas ao mapeamento da situação atual da edificação permitiram entender os problemas mais relevantes em termos de comprometimento do desempenho. Estas fontes de dados permitiram propor diretrizes que abrangem não somente o caráter de solução das falhas, como também da funcionalidade do edifício.

A situação da incidência solar e do conseqüente calor proveniente das amplas janelas dos ambulatorios é grave, pois atrapalha o desempenho das atividades. Para solucionar essa questão seria adequada a colocação de *brises soleils* que se adaptem harmonicamente com a arquitetura preexistente, podendo ser de metal, o que é mais comum, ou também de madeira, preferencialmente de reflorestamento, sobre uma base metálica, o que pode baratear o custo. A instalação dos *brises* requer um estudo da carta solar de Goiânia, para que estes sejam instalados de modo a garantir máxima eficiência.

A edificação como um todo apresenta problemas nas esquadrias. A substituição das esquadrias parece ser a melhor solução, já que apenas o reparo não garante uma qualidade em longo prazo e as peças originais estão desgastadas. Essa substituição pode ser feita aos poucos, por pavimentos. Recomenda-se a substituição por esquadrias de alumínio ou PVC, existindo a preocupação da compatibilização com a arquitetura.

O piso revestido com granitina encontra-se desgastado, cuja substituição deverá ser feita para melhoria das condições de higiene. Os ambientes de clínicas e laboratórios exigem pisos lisos, antiderrapantes, com alta resistência mecânica e química. Ainda hoje a opção mais econômica e que atende às especificações é o uso da granitina. Sua instalação pode ser feita sobre o piso antigo. A possível diferença de espessura do piso exigirá adaptação das portas. Outros materiais também poderiam ser recomendados como o granito ou o revestimento cerâmico, porém o custo e a dificuldade de substituição de peças inviabilizam sua adoção.

No que tange ao sistema elétrico em prédios antigos e com demanda elevada é recomendável a sua substituição total, uma vez que o seu estado de desgaste atual pode colocar em risco os usuários. A reforma do sistema deve ser precedida de um projeto elétrico, que contemple a demanda atual e padronize a passagem da fiação, evitando descontinuidades e incompatibilidades arquitetônicas. Quando necessários, os cabeamentos devem ser embutidos na parede, porém priorizando a utilização de cabeamento externo, para facilitar as manutenções. No sistema visitável é sugerida a utilização de eletrocalhas para a passagem dos fios. Buscando a maximização funcional do sistema é importante a previsão de pontos de espera para facilitar possível ampliação.

Na ausência de um sistema de gás encanado, uma opção seria a criação de locais contíguos aos laboratórios, do lado externo do prédio. Não obstante, a criação de uma central de gás externa que alimentasse todo o edifício seria a melhor opção. Quanto à acessibilidade, há a entrada irregular da edificação que dificulta o acesso de pessoas com mobilidade reduzida. É recomendável substituir a calçada original por uma de concreto desempenado, menos onerosa e mais prática, além da instalação de corrimãos.

Outro ponto importante no quesito acessibilidade são os banheiros. Pela norma, apenas um sanitário acessível na edificação já é considerado suficiente, mas diante da demanda elevada, é necessário investir na reforma observando o que preconiza a ABNT NBR

9050. Algumas modificações sugeridas são rebaixo da bancada da pia, inclinação do espelho e a retirada de obstáculos que impedem a passagem de uma cadeira de rodas do box do banheiro até o lavatório.

Por se tratar de uma edificação ligada a serviços de saúde, o lixo deve ser mantido em local seguro e lacrado até o momento de sua coleta. Há um projeto do CEGEF de uma central de lixo que engloba o lixo comum, o reciclável e o infectante, o qual já foi aprovado pela vigilância sanitária e atende melhor a demanda dos edifícios da quadra.

Outro ponto que cabe destacar na pesquisa diz respeito à desconfirmação da hipótese inicial de que as intervenções ocorridas ao longo da história da edificação estivessem mais fortemente relacionadas aos serviços de atendimento às solicitações de assistência técnica. Os dados permitiram inferir que os aspectos relacionados à flexibilização dos ambientes são prioritários em qualquer projeto de edificação, em especial voltados ao ensino e pesquisa, cujas necessidades dos usuários se alteram continuamente.

A pesquisa realizada contempla, no contexto da reabilitação, um tema novo, pouco explorado no âmbito acadêmico do país. Há trabalhos ligados às outras áreas da reabilitação, mas que não abordam as etapas preliminares de elaboração de um projeto de reabilitação para um edifício corrente. A relevância da pesquisa se apoia na necessidade de se discutir a reabilitação de forma atual, como uma proposta, a exemplo das comunidades europeias, que traz vantagens econômicas, ambientais, sociais e históricas no âmbito da sustentabilidade nacional. Nesse sentido, a proposta de condução metodológica realizada, baseada nas investigações históricas de intervenções e mapeamento da situação atual pode servir de exemplo para que também outros casos possam ser conduzidos e promovam a elaboração de projetos de reabilitação.

REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575**: Edifícios habitacionais de até cinco pavimentos – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro, 2013.

_____. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2005, 97p.

APPLETON, J. **Reabilitação de edifícios antigos e sustentabilidade**. In: ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDANTES DE ENGENHARIA CIVIL, 6, 2010, Évora. **Anais...** Évora: 2010, 65 p.

MARQUES DE JESUS, C. R. **Análise de custos para a reabilitação de edifícios para habitação**. 2008. 178 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MORETTINI, R. **Tecnologias construtivas para reabilitação de edifícios**: tomada de decisão para uma reabilitação sustentável. 2012. 130 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

OLIVEIRA, M.A. **Método de avaliação de necessidades e prioridades de reabilitação de edifícios de instituições federais de ensino superior**. 2013. 234f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)- Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2013.

PAIVA, J. V.; AGUIAR, J.; PINHO, A. **Guia técnico de reabilitação habitacional**. 1. ed. LISBOA: LNEC, 2006, 2 vol, 467 p.

RODERS, A.R.G.M.M.P.; POST, J.; ERKELENS, P. Uma reabilitação consciente. In: ENCONTRO NACIONAL SOBRE PATOLOGIA E REABILITAÇÃO DE EDIFÍCIOS, 2, 2006, Porto. **Anais...** Porto: 2006, 10 p.

ZMITROWICZ, W.; BOMFIM, V. C. **Reabilita. Diretrizes para Reabilitação de Edifícios** – as experiências em São Paulo, Salvador e Rio de Janeiro. São Paulo, 2007, 272 p.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ÁREAS TEMÁTICAS / ARTÍCULOS – AREAS TEMÁTICAS

Artigos de Pós-Graduação / Artículos de Posgrado



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

ANÁLISE DO PROCESSO DE IMPLANTAÇÃO DO PLANEJAMENTO E CONTROLE DA PRODUÇÃO EM CONSTRUTORAS DAS CIDADES DE SALVADOR E FEIRA DE SANTANA - BAHIA

**RIBEIRO, Gleice Maria de Araujo (1); ALMEIDA, Edna dos Santos (2);
ALBERTE, Elaine Pinto Varela (3)**

(1) SENAI CIMATEC, 55 719142-7162, e-mail: gmariar@fieb.org.br, (2) SENAI CIMATEC, e-mail: ednasa@fieb.org.br, (3) Universidade Federal da Bahia, e-mail: elaine.varela@ufba.br

RESUMO

Os princípios da Construção Enxuta (Lean Construction) aliados ao Planejamento e Controle da Produção no setor da construção civil visam aumentar a eficiência nos processos e reduzir os custos com desperdícios. Poucas empresas do setor situadas em Salvador e Feira de Santana, no entanto, tem buscado a implantação desta metodologia. O trabalho objeto deste artigo avalia os resultados obtidos por um programa de capacitação desenvolvido pelo SENAI/BA para implantação da metodologia da Construção Enxuta em canteiros de obras da referida região, denominado “Projeto e Gestão de Sistemas de Produção Enxuta”. O presente trabalho compreendeu na análise dos resultados obtidos pelas nove empresas que participaram do programa, durante e depois do processo de implantação do mesmo a partir do tratamento dos dados do Relatório de implementação do programa e de entrevistas realizadas nas empresas. Do total de empresas analisadas, três continuam a aplicar em seus processos parte da metodologia disseminada pelo programa. Como conclusões apresentadas até o momento, identificaram-se as boas práticas realizadas, as causas das dificuldades enfrentadas, e pontos passíveis de melhoria de modo a obter-se um programa de diretrizes para contribuir com a continuidade e sucesso da implantação dos princípios da Construção Enxuta na região.

Palavras-chave: Construção Enxuta, Planejamento, Canteiros de Obras.

ABSTRACT

Lean Construction principles combined with Production Planning and Control in construction industry aim to increase process efficiency and reduce costs with material waist. However, only a few construction companies located in Salvador and Feira de Santana have implemented the methodology. This paper evaluates the results of a training program: "Design and Management of Lean Production Systems". The program was developed by SENAI / BA to develop the Lean Construction methodology on construction sites of that area. The analysis of results obtained by nine program participants companies, during and after the implementation process is included. The data were collected by implementation reports and interviews within the companies. Of the total companies surveyed, three continue to apply in their processes part of the program methodology. Conclusions presented so far are: identification of good practices carried out, causes of difficulties and points for improvement in order to develop a guidance program to contribute to the continuation and successful implementation of the principles of Lean Construction in the area.

Keywords: *Lean Construction, Planning, Construction sites.*

1 INTRODUÇÃO

O ato de planejar a produção de um empreendimento tem sido algo impactante e decisivo no processo de gestão de obras civis. É notório que o mercador consumidor atual passou a ser mais exigente em relação aos produtos ofertados pelas construtoras, considerando tanto sua qualidade, quanto os prazos de entrega e os custos.

Bernardes (2013) indica a importância do processo de planejamento e controle da produção para o adequado desempenho do setor da construção civil, bem como a necessidade de explorá-lo para não ser apenas um resultado da geração de planos feitos através de programação ou cronograma geral da obra.

Nas cidades de Salvador e Feira de Santana já é possível evidenciar, ainda que em número incipiente, construtoras implementando o PCP nos seus canteiros de obras. Destaca-se uma ação iniciada em 2012 com um grupo de nove construtoras que participaram de um programa de capacitação do SENAI/BA para implementar conceitos e técnicas da Construção Enxuta em seus sistemas de produção. Entretanto, após a conclusão das obras, identificou-se que a maioria das empresas não deu continuidade às práticas em novos empreendimentos. Quais foram os fatores que contribuíram para esta situação, visto que o programa aplicado possui exemplos representativos e exitosos de melhoria do sistema de produção em obras em outras capitais?

O presente trabalho objetiva analisar o processo de implantação do PCP e os princípios da Construção Enxuta nas empresas capacitadas, com vistas a identificar as boas práticas desenvolvidas, as dificuldades enfrentadas e suas causas. Para tal, em uma primeira etapa, foi realizada uma análise documental com base nos registros e relatórios desenvolvidos pelos consultores durante a capacitação e o processo de implementação nas obras. Em segunda etapa, estão sendo realizadas entrevistas estruturadas com os colaboradores das empresas no momento atual pós implantação, bem como o acompanhamento, registro e análise de reuniões de planejamento de curto prazo de uma das empresas capacitadas.

Observa-se que a importância deste estudo está relacionada à disseminação de boas práticas de implantação dos princípios da Construção Enxuta na indústria da Construção Civil da RMS. Espera-se identificar diretrizes que contribuam com a continuidade e sucesso da implantação desta filosofia em empresas atuantes na região.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo Ballard (1997), uma das formas para aumentar a eficiência do setor da construção civil é melhorar o PCP. Formoso *et al.* (1999) e Bernardes (2001) concordam com sua importância na gestão das empresas de construção civil e relatam que o uso eficaz reflete na qualidade, produtividade e na confiabilidade dos prazos dos empreendimentos.

É importante destacar que o PCP no setor da construção civil tem suas ações dirigidas ao controle do empreendimento, diferindo-se das demais indústrias, que apresentam seu maior enfoque em unidades de produção (BALLARD; HOWELL, 1997).

Bernardes (2001) apresenta os três níveis do PCP, com diferentes horizontes de tempo: o planejamento de curto prazo, tratado como operacional; o planejamento de médio prazo, tratado como tático; e o planejamento de longo prazo, tratado como estratégico.

Relata, nesse contexto, a importância em implementar o PCP segundo os princípios da construção enxuta para a redução de perdas, tão características do setor da construção.

Os conceitos da Produção Enxuta foram adaptados ao setor da construção através dos estudos desenvolvidos por Koskela (1992) e estes tem apresentado grandes mudanças nos processos de gestão desta indústria, desde a aplicação dos seus conceitos, princípios e práticas de gestão da produção (BERNARDES, 2013).

De acordo com Koskela (1992), o ambiente produtivo é composto por atividades de conversão e de fluxo. Como as atividades de conversão são as que efetivamente agregam valor ao processo, é possível obter um aumento dos índices de desempenho dos processos através da redução ou eliminação das atividades de fluxo, relacionadas com transporte, movimentação ou espera de materiais, mão de obra e informação.

Os onze princípios criados por Koskela (1992) referem-se a: reduzir a parcela de atividade que não agregam valor, aumentar o valor do produto segundo os requisitos do cliente; reduzir a variabilidade do produto; reduzir o tempo de ciclo; simplificar os processos através da minimização do número de passos e partes; aumentar a flexibilidade na execução do produto; aumentar a transparência dos processos; focar no controle global do processo; promover a melhoria contínua; balancear a melhoria dos fluxos com a melhoria das convenções; e realizar benchmarking.

Com o objetivo de avaliar o processo de implementação do PCP nas empresas de construção civil, Bernardes (2001) desenvolveu uma sistemática de avaliação de sistemas de PCP, depois aprimorado por Bulhões e Formoso (2005) e Reck (2010), conforme apresenta Quadro 1. A avaliação é um conjunto de 14 práticas, baseada no método de planejamento de curto prazo Last Planner.

Segundo Reck (2010), muitas empresas têm adotado o Last Planner, mas não existem diagnósticos a respeito do assunto. Também indica a não existência de um roteiro para aplicação desta avaliação de forma sistemática nas empresas. Este autor relata em sua pesquisa as contribuições desenvolvidas na sistematização da coleta de índice de boas práticas do PCP em um protocolo, além de avaliar o seu grau de maturidade a partir do índice de boas práticas para um grupo de empresas construtoras da região metropolitana de Porto Alegre. Como parte dos resultados, registrou-se as seguintes experiências obtidas através da avaliação: falta de uma sistemática por empresas que já utilizam o last planner com tempo já considerado de utilização; baixa utilização das práticas de remoção sistemática das restrições e programação de tarefas suplentes; Pouco uso das práticas relacionadas aos planos de médio e longo prazo; falta de informações contidas nas planilhas dos planos de médio e longo prazo; não identificação do percentual de participação dos agentes do PCP nas reuniões de médio e curto prazo; falta de dados referentes aos problemas do sistema de planejamento.

Quadro 1 – Comparação entre as versões dos autores

Item	Bernardes (2001)	Bulhões e Formoso (2005)
Curto prazo	-	Inclusão de pacotes de trabalho sem
	-	Rotinização das reuniões de curto prazo
	Formalização do plano de curto prazo	-
	Definição / especificação dos pacotes de trabalho	
	Programação de tarefas	

Item	Bernardes (2001)	Bulhões e Formoso (2005)
	Tomada de decisão participativa nas reuniões de curto prazo	
	Realização de ações corretivas a partir das causas do não cumprimento	
	Uso do PPC e identificação das causas	-
Médio prazo	-	Rotinização do plano de médio prazo
	Análise dos fluxos físicos	
	Análise de restrições	
Longo prazo	-	Plano de longo prazo transparente
	-	Uso de indicadores para avaliar o prazo
	Uso de indicadores de desempenho	-
	-	Atualização sistêmica do plano mestre
PCP	-	Formalização do processo de PCP
	Padronização do PCP	-

Fonte: Adaptado de Reck (2010)

3 MÉTODO DA PESQUISA

3.1 Estratégica de pesquisa

Este trabalho se trata de uma pesquisa descritiva. A estratégia adotada compreendeu três etapas bem definidas:

- **Avaliação do Processo de Implantação:** Foi realizada uma análise documental dos registros desenvolvidos por Bulhões e Reck (2012) durante a execução do programa “Projeto e Gestão de Sistemas de Produção Enxuta”, realizado pelo SENAI-BA em Parceria com o Sinduscon-BA e com o apoio do SENAI – Departamento Nacional. Foram analisados e comparados os resultados obtidos com a aplicação dos instrumentos utilizados pelo programa (relatórios e questionários) no processo de capacitação de nove empresas que se submeteram ao programa durante o período de março e setembro de 2012. As análises realizadas tem caráter quantitativo e qualitativo. A maioria das empresas é de construção e incorporação de edificações residenciais e comerciais, e apresentam certificação ISO 9001:2008. Uma empresa tem sede em Feira de Santana, enquanto as demais são situadas em Salvador.
- **Avaliação do Processo de Manutenção:** nesta etapa, atualmente em processo, está sendo realizada uma análise da situação atual das empresas que participaram do programa. Os dados serão levantados através de entrevistas estruturadas com colaboradores de nível técnico e gerencial das nove empresas. Busca-se identificar em detalhe as dificuldades enfrentadas durante o processo de implantação e manutenção do PCP, e as práticas aplicadas e mantidas com êxito, bem como a percepção das empresas frente aos resultados obtidos e à continuidade do processo.
- **Estudo de caso:** Será realizado o acompanhamento, registro e análise do PCP de uma das empresas participantes do programa, identificada na primeira etapa como uma organização que manteve de modo exitoso, ainda que parcial, os princípios preconizados pelo programa. Nesta etapa, o pesquisador acompanhará as reuniões de planejamento de curto prazo da obra em andamento, realizando registros e observações relacionados à manutenção do PCP. Os resultados obtidos serão avaliados em conjunto com os resultados das etapas anteriores para apoio na definição de diretrizes e boas práticas para implementação e manutenção de sistemas de PCP em empresas construtoras da região.

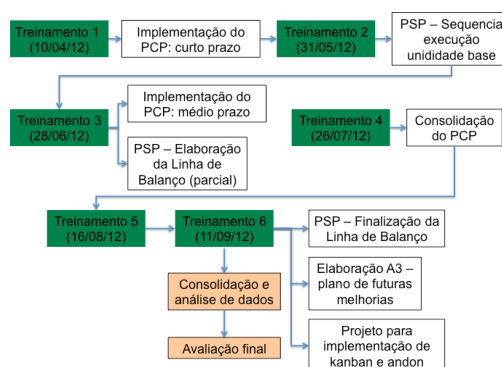
3.2 Apresentação do Programa

O programa “Projeto e Gestão de Sistemas de Produção Enxuta” teve por objetivo capacitar às empresas construtoras participantes para adaptar seus sistemas de produção aos conceitos e técnicas da Construção Enxuta. A carga horária foi de 128h, sendo 48h aplicadas em caráter teórico, através de workshops, e 80h, através de práticas nas empresas. O programa se desenvolveu no período de abril a setembro de 2012.

O Programa foi dividido em seis módulos: Diagnóstico Inicial (16h); Projeto do Sistema de Produção (PSP) - partes 01 e 02 (40h); Implementação e Controle do Projeto do Sistema de Produção - partes 01 e 02 (40h); Integração do PSP aos Sistemas de gestão de qualidade, segurança e suprimentos (24h); e Análise dos Resultados e Workshop de Fechamento (8h). Para a realização de cada módulo foram realizados workshops (8h por módulo) com aulas expositivas e reuniões de acompanhamento às empresas, com escolhas de duas empresas para a realização das práticas. Através dos workshops realizados, a equipe técnica e gerencial (todos engenheiros civis) eram treinadas, visando o repasse dos conceitos sobre construção enxuta referente a cada módulo. As empresas eram assistidas por um grupo de consultores sob a coordenação de especialistas em Construção Enxuta que realizavam assessorias para o desenvolvimento do Projeto de Sistema de Produção - PSP e sua implantação e controle. As diversas etapas e atividades realizadas proporcionaram aos participantes situações semelhantes às obras, de forma a não causar nenhum tipo de empecilho na sua realização diária.

A estratégia para implementação da metodologia nas empresas construtoras seguiu o esquema apresentado na figura 1.

Figura 1 – Esquema do programa de capacitação desenvolvido



Fonte: Bulhões e Reck (2012)

O Programa orientou a implementação do indicador de PPC (Percentual de Planos Concluídos) nas obras, baseado no modelo de PCP desenvolvido pelo NORIE/UFRGS, e algumas ferramentas da produção enxuta (kanban e andon).

Dentre as ações iniciais desenvolvidas, o Programa aplicou um questionário junto aos participantes para diagnosticar a situação da empresa a respeito aos princípios da Construção Enxuta e sua relação com seu sistema de PCP aplicado. No final da capacitação foi aplicado um protocolo de avaliação para determinar percentuais dos trabalhos desenvolvidos (PPC) e a partir daí identificar pontos de melhorias no processo de implantação do PCP. A avaliação refere-se às dezesseis práticas de planejamento que foram aplicadas no programa segundo análise desenvolvida Bernardes (2001) e aprimorada por Bulhões e Formoso (2005) e Reck (2010), apresentadas no quadro 1.

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Os resultados apresentados neste item são parciais e referem-se apenas à primeira etapa da pesquisa, visto que o trabalho encontra-se em andamento.

Como resultado da implementação do Programa, foram obtidos indicadores de eficácia que foram comparados com dados analisados e disponíveis em outros estudos e a linha de balanço (sequenciamento e duração das atividades). Toda a metodologia desenvolvida para a eficácia das práticas relacionadas às etapas do PCP direciona o pensamento da empresa para a possibilidade de análise de atuação. Observa-se a preocupação do Programa em compreender as necessidades das empresas na melhoria da realização dos seus planos e nas práticas das ferramentas da Construção Enxuta.

A partir de registros obtidos durante o programa, foi possível verificar que 67% das empresas utilizam o software de gestão de projetos MS Project com consultoria externa. Sendo que 45% das empresas que utilizam o Project aplicam o Sistema Last Planner para controle da produção de forma parcial, enquanto que 33% utilizavam cronograma físico- financeiro (excel).

O quadro 2 apresenta, respectivamente, a situação, por canteiro piloto, de implementação das práticas relacionadas ao curto, médio e longo prazo da obra, fomentadas pelo Programa ao longo de sua duração. As práticas foram classificadas em devidamente implantadas (I), parcialmente implantadas (P) e não implantadas (N).

As obras A e F não implementaram nenhuma prática. A obra A ainda se encontrava na etapa de análise de viabilidade do empreendimento, enquanto que a obra F optou por não dar seguimento a capacitação. Percebe-se que a obra C conseguiu implementar 100% das práticas de curto prazo, resultando em um PPC eficaz que previa a realização de reuniões de comprometimento semanalmente, realização de pacotes de trabalho e identificação das causas de não realização das tarefas. As demais obras tiveram dificuldades em implementar integralmente algumas práticas, devido a falhas internas da produção, ocasionando o não cumprimento dos pacotes de trabalho. Nesta etapa, os resultados apresentados pelas empresas que não obtiveram percentuais abaixo ao esperado de acordo ao modelo.

Em relação às práticas de planejamento de médio prazo, as obras E, H e I conseguiram implanta-las em sua totalidade, como resultado do seu esforço em identificar, analisar e remover as restrições associadas à realização dos pacotes de trabalho. Destaca-se aqui a importância de implementar o plano de médio prazo, pois, no contexto de planejamento tático, é possível resolver os problemas e remover as restrições, com datas determinadas e também a escolha de um responsável pela ação. Vale ressaltar, que a falta de realização deste plano acarreta dificuldades em identificar as tarefas que possam ser executadas no planejamento de curto prazo.

Quadro 2 - Práticas relacionadas ao plano de curto, médio e longo prazo por obra

Plano	Descrição da prática (ou elemento do modelo)	Obra								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
Curto prazo	Rotinização das reuniões do plano de curto prazo.	N	I	I	P	I	N	I	I	I
	Definição correta dos pacotes de trabalho.	N	I	I	P	I	N	I	I	I
	Inclusão apenas de pacotes com restrições removidas.	N	P	I	I	I	N	P	I	I
	Decisão participativa nas reuniões de curto prazo.	N	P	I	I	I	N	I	I	I
	Programação de tarefas suplentes.	N	P	I	P	I	N	N	I	P
	Uso do PPC e ident. das causas do não cumprimento.	N	P	I	P	P	N	P	P	P

Plano	Descrição da prática (ou elemento do modelo)	Obra								
		A	B	C	D	E	F	G	H	I
	Realização de ações corretivas a partir das causas	N	P	I	P	I	N	P	I	I
Médio prazo	Rotinização do planejamento de médio prazo	N	I	I	P	I	N	P	I	I
	Remoção sistemática das restrições	N	P	N	N	I	N	N	I	I
	Plano e controle dos fluxos físicos (materiais e mão de obra)	N	I	I	I	I	N	I	I	I
Longo prazo	Elaboração de plano de fácil visualização	N	P	I	P	P	N	I	P	P
	Uso de indicador para avaliar o cumprimento de prazo	N	P	I	N	P	N	I	P	P
	Atualização sistemática do plano mestre (longo prazo)	N	N	P	P	I	N	I	I	I

As empresas B e G sinalizaram deficiências no planejamento de suprimentos e mão de obra como dificuldades para implementação das práticas de plano de longo prazo. Ainda assim, a obra G conseguiu implementar às práticas integralmente, enquanto as demais obtiveram resultados parciais com resultados abaixo do esperado pelo modelo. A tomada de decisão pelos líderes e a realização de ações para corrigir falhas ou deficiências são atitudes que influenciam no melhor desempenho do planejamento.

No que se refere às práticas relacionadas ao PCP (formalização do processo de PCP, através de planos e de ferramentas de controle, uso de dispositivos visuais para disseminar as informações no canteiro, e análise crítica do conjunto de dados disponíveis para a avaliação global da eficácia), observou-se que:

- A obra C conseguiu um PPC de 100%, devido a efetiva formalização do PCP e a implementação das ferramentas visuais que tanto fortalece a dinâmica do canteiro, e a transparência dos processos;
- As obras B, D, H e I conseguiram implementar parcialmente as ações, visto a deficiência na formalização do processo de PCP, pouco incentivo ao uso de dispositivos visuais e a pouca prática nas reuniões de análise crítica dos processos.

Após a capacitação, identificou-se que as empresas continuaram com as práticas no empreendimento objeto de estudo. Entretanto, após a conclusão do empreendimento piloto, as empresas tiveram rumos diversos. Em sua maioria não continuaram com as práticas em empreendimentos novos. As empresas C e G continuaram a aplicar as práticas no canteiro, mesmo de forma parcial. As dificuldades encontradas no dia a dia não desanimaram a empresa da obra C, mesmo sem manter a equipe de produção original. A empresa A, por sua vez, iniciou as práticas da construção enxuta na obra ainda quando o representante da alta direção era apenas ouvinte na capacitação. Percebeu-se que a presença da alta direção na capacitação das obras A e C favoreceu a continuidade das práticas nos empreendimentos seguintes. A empresa D não deu seguimento às práticas, por falta de obra, enquanto que às empresas B, E, G e I alegaram dificuldades de manutenção do programa relacionadas com a falta de treinamento e/ou comprometimento dos líderes do processo.

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

A partir da análise dos resultados das ações realizadas, pôde-se perceber uma melhora geral importante no PCP das obras que se submeteram ao programa, atingindo-se, assim, os objetivos propostos. Durante o programa, as empresas conseguiram implantar a rotina e a formalização das reuniões de curto prazo e do processo de identificação das causas do não cumprimento das tarefas. O processo de melhoria foi

sistematizado através das reuniões, nos momentos em que se identificavam os problemas e se tomavam decisões para sua resolução.

Observou-se, no entanto, que o processo de melhoria deve ser implementado continuamente. O comprometimento da direção apresentou-se essencial para a continuidade das práticas. Espera-se que, após a análise dos resultados das entrevistas, este estudo possa identificar e analisar com detalhe os aspectos positivos que determinaram o êxito do programa nas empresas das obras A e C, bem com os pontos negativos que influenciaram na descontinuidade das práticas nas demais empresas.

REFERÊNCIAS

BALLARD G.; HOWELL G. **Shielding Production: An Essential Step in Production Control**. Technical Report No. 97-1, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California, 1997

BERNARDES, M. M. S. **Desenvolvimento de um Modelo de Planejamento e Controle da Produção para Micro e Pequenas Empresas da Construção**. Tese (Doutorado em engenharia) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2001.

BERNARDES, M.M.S. **Planejamento e Controle da Produção para Empresas de Construção Civil**. Rio de Janeiro: LTC, 2013.

BULHÕES, I.R.; FORMOSO, C.T. **O Papel do Planejamento e Controle da Produção em Obras de Tipologias Diferentes**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 4., 2005, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: ANTAC, 2005.

BULHÕES, I.R., RECK, R.H. **Relatório de atividades- Projeto e Gestão de Sistemas de Produção Enxutos, Uma Abordagem Baseada na Construção Enxuta**. 2012

FORMOSO, C. **A Knowledge Based Framework for Planning House Building Projects**. 1991.341f. Dissertation (Doctor of Civil engineering) - Department of Quantity and Building Surveying, University of Salford, Salford.

FORMOSO, C. *et al.* **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Núcleo orientado para inovação da edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report .Finlândia. CIFE, 1992.

RECK, R. H. **Avaliação da Aplicação do Índice de Boas Práticas de Planejamento em Empresas Construtoras da Região Metropolitana de Porto Alegre**. Porto Alegre: UFRGS, 2010.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

O USO DE MÉTODO DE TOMADA DE DECISÃO PARA SELECIONAR MATERIAIS SUSTENTÁVEIS

ZEULE, Ludimilla de O. (1); SERRA, Sheyla M.B. (2)

(1) e-mail: zeule.eu@gmail.com (2) Programa de Pós-Graduação em Estruturas e Construção Civil (PPGECIV), Departamento de Engenharia Civil (DECiv), Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), e-mail: sheylabs@ufscar.br.

RESUMO

A sustentabilidade é tema amplamente abordado nos diversos setores da construção civil. No subsetor edificações as práticas sustentáveis voltadas à etapa de execução dos empreendimentos vem conquistando interesse tanto no campo de pesquisa e desenvolvimento de novas tecnologias, quanto nas aplicações das mesmas nos canteiros de obras. Os materiais da construção são atualmente concebidos incorporando aspectos de sustentabilidade, mas as informações e parâmetros de escolha ainda não são amplamente divulgados e entendidos no setor. Desta forma, este estudo propõe o emprego de um método de tomada de decisão o *Choosing by Advantages* (CBA) para selecionar materiais sustentáveis com foco no uso provisório em edificações nos canteiros de obras. No caso desta pesquisa escolheu-se estudar o melhor tipo de telha, recicladas ou não, para serem empregadas em instalações provisórias. A proposta é que a análise seja feita considerando-se os aspectos de desempenho da norma técnica em conjunto com método escolhido. Espera-se propor um método de análise que possa ser utilizado pelos agentes da construção civil para escolherem o produto mais adequado durante a fase de projeto e planejamento da construção.

Palavras-chave: Sustentabilidade. Construção civil. Método de tomada de decisão. *Choosing by Advantage*. Telhas recicladas. Instalações provisórias do canteiro de obras.

ABSTRACT

The sustainability is a theme broadly discussed in various sectors of construction. In the sub-sector buildings sustainable practices focused to the implementation stage of the ventures has been conquering interest both in the field of research and development of new technologies, as well as in application of the same in construction sites. The construction materials are currently designed incorporating aspects of sustainability, but the information and parameters of choice are not widely disseminated and understood in the industry. Thus, this study proposes the use of a decision-making method by Choosing by Advantages (CBA) to select sustainable materials focusing on the temporary use in buildings at construction sites. In the case of this research we chose to study the best type of tile, recycled or not, to be used in temporary facilities. The proposal is that the analysis be made considering the performance aspects of technical standard together with the chosen method. It is expected to propose a method which can be used by stakeholders to choose the most suitable product during the design phase and construction planning.

Keywords: Sustainability. Civil construction. Decision-making method. *Choosing by Advantage*. Recycled tiles. Temporary facilities construction site.

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil tem se destacado em relação ao tema sustentabilidade. Devido à competitividade imposta pelo mercado ou, até mesmo, às exigências dos usuários e das legislações, os envolvidos no setor vêm tentando incentivar e implementar práticas sustentáveis. Para melhor se orientar as empresas passaram a

utilizar os programas de certificação, os manuais de boas práticas no canteiro de obras e os guias de sustentabilidade, entre outras alternativas. Entre as principais práticas podem ser citadas: a implementação de sistemas de captação de água de chuva, o uso de energias renováveis, o reaproveitamento de materiais e o emprego de materiais sustentáveis ou reciclados.

No tocante aos materiais sustentáveis utilizados na construção, Torgal e Jalali (2010) destacam que no contexto da construção sustentável, importa saber desde o início quais os impactos ambientais provocados pelas extrações das matérias-primas necessárias à produção de cada material.

Segundo Medina (2006), os materiais são a base constitutiva dos produtos industriais e sua seleção nos projetos de produtos condiciona o nível dos impactos ambientais que os mesmos terão ao longo de sua vida. Eles emprestam suas funções e características aos produtos que podem assim ser classificados, no caso dos produtos ditos ecológicos, segundo seus materiais constitutivos em: recicláveis, biodegradáveis, verdes etc..

Existe uma grande variedade de produtos diferenciados no mercado, sendo necessário estabelecer métodos de análise que apoiem a tomada de decisão quanto ao material mais adequado para determinada situação. De acordo com Antoniazzi *et al.* (2013), é importante também a verificação das condições climáticas da região onde se ocorre a construção, pois os parâmetros de análise devem adequados para a região de forma a considerar suas características climáticas, sociais e culturais.

Desta forma, nota-se a necessidade de identificar os parâmetros para a seleção de materiais sustentáveis a serem empregados, principalmente quando se trata de um material reciclado que não se tem informações precisas sobre a composição e dados sobre o comportamento e reação do produto em determinada situação.

Para auxiliar no processo de tomada de decisão os métodos multicritérios têm sido muito utilizados, uma vez que procuram esclarecer antecipadamente ao decisor as principais características de cada escolha. Apoiam o processo decisório, embasado nas informações existentes, incorporando valores dos agentes, na busca da melhor solução. Abraham *et al.* (2013) explicam que o setor da construção civil frequentemente enfrenta problemas complexos na tomada de decisões, assim, a análise exige um conjunto de abordagens chamado análise de decisão multicritérios ou *multi-criteria decision-analysis* (MCDA).

Diversos autores: Suhr (1999); Parrish e Tommelein (2009); Lee, Tommelein e Ballard (2010); Haymaker, Chau e Xie (2013); Arroyo, Tommelein e Ballard (2013); Arroyo, Tommelein e Ballard (2015) - destacam o processo de tomada de decisões como método importante na cadeia da construção e, portanto, utilizam o *Choosing By Advantage* (CBA) para oferecer ferramentas que suportam a criação da transparência e ambiente colaborativo para tomar decisões.

Este processo pode ser utilizado em diferentes produtos. No desenvolvimento desta pesquisa pretende-se aplicar o CBA para selecionar produtos relacionados com a fase de execução das obras, que possui tempo limitado de utilização em canteiro, mas com alta possibilidade de reaproveitamento. A opção identificada *a priori* foi para a análise de telhas recicladas ou não para serem aplicadas em instalações provisórias de canteiros de obras. O problema da pesquisa está em quantificar as vantagens econômica, social e ambiental no emprego de materiais sustentáveis.

2 A SUSTENTABILIDADE DOS MATERIAIS DE CONSTRUÇÃO CIVIL

A construção civil utiliza grande quantidade de recursos naturais, e isso acaba por qualificar o setor como um agravante ao meio ambiente. O reaproveitamento de materiais através da reciclagem prolonga o ciclo de vida dos materiais, propondo uma forma de poupar recursos naturais não renováveis, e melhora a relação da construção com o meio ambiente.

Dentro do cenário das instalações provisórias do canteiro de obras, Arslan e Cosgun (2008) verificaram que, para melhorar o desempenho destas, a indústria começou a explorar os aspectos ambientais das construções ao longo das suas fases de existência no local. A escolha dos materiais a serem utilizados nas construções, assim como o sistema construtivo, é uma etapa muito importante que deve ser considerada durante a fase de projeto, a fim de minimizar problemas futuros como retrabalhos, resíduos e, conseqüentemente, maior custo.

De acordo com Torgal e Jalali (2010), além da necessidade de minimização de extração de matérias-primas não renováveis, outra questão importante de se considerar são as escolhas dos materiais de construção buscando sempre privilegiar: materiais não tóxicos; com baixa energia incorporada; recicláveis; que possam permitir o reaproveitamento de resíduos de outras indústrias; que provenham de fontes renováveis; que estejam associados à baixa emissão de GEE (gases de efeito estufa); duráveis; e que seja levado em consideração analisar seu ciclo de vida.

Estudos realizados por Abeysundra, Babel e Gheewala (2009), em edifícios no Sri Lanka identificaram parâmetros na perspectiva de ciclo de vida para a seleção de materiais sustentáveis (fundações, telhados, lajes, pisos, portas e janelas) levando em consideração as questões ambientais, econômicas e sociais. As análises ambientais associados consideraram a energia incorporada e os impactos ambientais como o aquecimento global, acidificação e enriquecimento de nutrientes. A análise econômica foi baseada em preços de mercado e viabilidade econômica dos materiais. Os fatores sociais que foram levados em conta consideraram o conforto térmico, o interior (estética), a capacidade de construir rapidamente, a resistência e a durabilidade. Para ajudar na análise foi proposta uma matriz para ajudar na tomada de decisão.

A etapa de tomada de decisão é muito importante, uma vez que baliza ações e situações futuras. As escolhas de materiais a serem usados nas construções deveria ser uma ação que necessita de olhar conjunto de todas as partes envolvidas no processo de construção e, principalmente, que seja considerada a vida útil, de forma que os materiais selecionados cumpram com que o usuário espera. Por isso, torna-se importante estabelecer um processo de análise que subsidie a decisão.

3 PROCESSOS DE TOMADA DE DECISÃO

Segundo Arroyo (2014), a caracterização de um problema é tão importante quanto a definição dos tipos de métodos de tomada de decisão. Para essa autora, na indústria da construção civil, a análise é complexa e deve considerar uma abordagem mais ampla, considerando um *ranking* de alternativas e criando novas oportunidades que possam cumprir as metas e aspirações do projeto. Entre as análises realizadas por ela, destacou o uso do método *Choosing by Advantages* (CBA).

De acordo com Suhr (1999), o CBA permite que as decisões sejam tomadas com base em fatos relevantes e complexos, gerando decisões sólidas.

De acordo com Arroyo (2014), o método CBA é mais encontrado na literatura de construção enxuta do que na de tomada de decisões, procurando na fase de planejamento e de projeto que haja integração com as fases futuras de execução e ocupação. Continuando, Arroyo (2014) diz haver uma preferência na indústria da construção civil por utilizar outros métodos como *Analytical Hierarchy Process (AHP)*, por exemplo, para escolher entre alternativas sustentáveis, porém a autora aplicou o método CBA em diferentes tipos de materiais provando sua eficácia.

4 AS INSTALAÇÕES PROVISÓRIAS DO CANTEIRO DE OBRAS

As instalações provisórias de canteiros abrigam atividades que podem exigir a permanência prolongada de pessoas, tais como escritórios, salas de reunião e almoxarifados. Para isso, os ambientes de trabalho devem estar em boas condições de habitabilidade respondendo a determinados requisitos de desempenho e salubridade, conforme Norma de Desempenho das Edificações NBR 15.575 (ABNT, 2013a).

Essas instalações, na maioria das vezes, são feitas de chapas de madeira compensada e de chapas metálicas. Entretanto, observa-se a existência de diferentes materiais alternativos, como análise de Dias e Serra (2013). De uma forma geral, pode-se afirmar que o setor apresenta preocupação com a introdução de novas tecnologias sustentáveis, abrangendo materiais, componentes e o processo de projeto.

Saurin e Formoso (2006) mencionam que independente do sistema construtivo utilizado, devem ser considerados os seguintes critérios de análise: custos de aquisição, custos de implantação, custos de manutenção, reaproveitamento, durabilidade, facilidade de montagem e desmontagem, isolamento térmico e impacto visual.

Degani (2010) afirma que a escolha de materiais, soluções e instalações provisórias devem ser orientadas por diversos aspectos: social, econômico, saúde, segurança e conforto dos usuários – e não apenas por características sustentáveis. Segundo a autora, a tomada de decisão não pode ser puramente ecológica, tem que estar pautada na integração entre os produtos, sistemas, elementos e processos produtivos, direcionando-se, principalmente, para o desempenho final da edificação.

5 A NORMA DE DESEMPENHO NBR 15.575

A Norma de Desempenho NBR 15.575 revisada recentemente conta com novos critérios de avaliação, cita a importância relevante do ciclo de vida dos produtos, *“quanto maior a sua durabilidade, menor a exploração de recursos naturais, renováveis ou não, menor o consumo de água e de energia, menor o teor de poluentes gerados nas fábricas e no transporte das matérias-primas e dos produtos”*(ABNT, 2013a).

Em sua parte 5 esta norma trata dos requisitos mínimos de desempenho dos sistemas de coberturas, onde alega ser:

“a parte da edificação habitacional mais exposta à radiação direta do sol, o sistema de cobertura (SC) exerce predominante influência na carga térmica transmitida aos ambientes (casas térreas e último pavimento de sobrados ou prédios), influenciando diretamente no conforto térmico dos usuários e no consumo de energia para acionamento de equipamentos de ventilação forçada e/ou condicionamento artificial do ar” (ABNT, 2013b).

Rodrigo, Soares e Cardoso (2012) adaptaram e analisaram a regulamentação da NBR 15.575 para situações reais de instalações provisórias de canteiros, propondo os principais aspectos a serem observados: Desempenho estrutural; Segurança contra incêndio; Segurança no uso e na operação; Estanqueidade; Desempenho térmico; Desempenho acústico; Desempenho luminoso; Durabilidade e manutenibilidade; Saúde, Higiene e Qualidade do Ar; Funcionalidade e acessibilidade; Conforto tátil, visual e antropodinâmico; Adequação ambiental: Gestão de resíduos, Gestão da energia, Gestão da água e Escolha de materiais.

6 MÉTODO DA PESQUISA

A metodologia estudada supõe o uso do *Choosing by Advantages* (CBA), um sistema que inclui definições, princípios, modelos e métodos para praticamente todos os tipos de decisões que usa comparações entre vantagens e alternativas (SUHR, 1999).

Será verificado o potencial de estudo dos tipos de telhas recicladas (PET, Tetra Pak, tubo de creme dental, fibra vegetal) em comparação com telhas não recicladas (metálica e termo acústica), ambas comercializadas no mercado brasileiro.

O estudo utilizar-se-á de visitas para acompanhar a fabricação das telhas citadas e coletar informações importantes do processo de fabricação. Posteriormente serão realizados ensaios laboratoriais para analisar as características das telhas recicladas e pretende-se também fazer algumas análises *in situ*, ou seja, medições no próprio canteiro de obras, onde se possa verificar o desempenho das telhas analisadas sempre no mesmo local e posição de insolação.

O Quadro 1 seguinte exhibe de forma mais detalhada a descrição dos itens que serão analisados sob o ponto de vista sustentável, a metodologia seguida para a análise, e o tipo de análise que será feita, se em laboratórios, fábricas ou no local (*in situ*).

Quadro 1 – Itens e tipo de avaliação

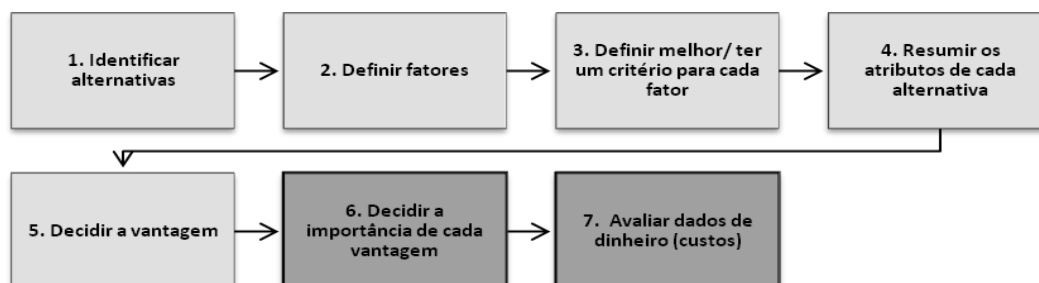
Itens avaliados (Fatores)	Descrição	Metodologia	Análise: Laboratorial (L) Fábrica (F) Verificação <i>in situ</i> (S)
Níveis de desempenho	Análise de valor da relação custo/benefício dos sistemas de cobertura, levando em consideração: desempenho térmico, desempenho acústico, durabilidade e manutenibilidade	NBR 15.575	F
Durabilidade	Durabilidade do produto ensaiado por câmara de envelhecimento (<i>mais tempo melhor</i>)	NBR 15.575	L
Presença de formol, componentes tóxicos	Presença de algum elemento tóxico na fabricação do produto (<i>menor quantidade melhor</i>)	CBA	L/S

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP

Itens avaliados (Fatores)	Descrição	Metodologia	Análise: Laboratorial (L) Fábrica (F) Verificação <i>in situ</i> (S)
Resistência mecânica	Quanto de peso a telha resiste às cargas concentradas (<i>menos deformação melhor</i>) Quanto resiste os impactos de corpo duro (<i>menos fissuras melhor</i>)	NBR 15.575	L
Peso	Quanto mais leve melhor	-	F
Potencial de aquecimento global	Quanto de CO2 é emitido em sua produção (<i>menor emissão melhor</i>)	CBA	L
Propagação de chamas	Verificar o comportamento da telha ao fogo (<i>quanto mais tempo demorar para propagar chama melhor</i>)	NBR 15.575	L
Emissões de Compostos Orgânicos Voláteis	Quando a telha é exposta ao calor, fogo, ou água são liberados VOC's (<i>quanto menos melhor</i>)	CBA	L/S
Barreira anti-microbiana	Ocorrência de mofo ou bolor no produto (<i>quanto menos melhor</i>)	CBA	L/S
Custo	Custos de aquisição, instalação e manutenção (<i>quanto menor melhor</i>)	-	F
Controle de matérias-primas;	As matérias-primas para produção das telhas são selecionadas através de um processo categórico?	-	F
Garantia	Garantia do produto dada pelo fornecedor (<i>quanto mais tempo melhor</i>)	-	F
Quantidade de reciclados	Quantidade de materiais reciclados utilizados na fabricação do produto (<i>100% melhor</i>)	-	F
Reciclabilidade;	Quantas vezes a telha ainda pode ser reciclada (<i>quanto mais melhor</i>)	-	F
Transporte e armazenamento;	Facilidade de transporte e armazenamento (<i>quanto mais fácil melhor</i>)	-	S
Instalação	Facilidade de instalação (<i>quanto mais fácil melhor</i>)	-	S
Trajétória do material	Distância entre local onde as telhas são fabricadas e onde são instaladas (<i>mais perto melhor</i>)	-	S
Stakeholders	Os <i>stakeholders</i> são todas as partes envolvidas, ou seja, inter-relação entre fabricante, representante comercial, projetistas/construtores (<i>maior comunicação melhor</i>)	-	S

Assim, as telhas recicladas e não recicladas passarão por essas análises seguindo as etapas do CBA ilustrada na Figura 1.

Figura 1. Etapas do método CBA



Fonte: ADAPTADO DE ARROYO; TOMMELEIN; BALLARD (2013).

De acordo com Arroyo, Tommelein e Ballard (2013) o processo inicialmente passava por cinco etapas no método original de Suhr (1999), porém atualmente em suas adaptações passa a ter sete etapas como mostrado na Figura 1.

Resumidamente, as **alternativas** são as variedades de telhas a ser comparadas (Etapa 1), os **fatores** estão definidos na primeira coluna do Quadro 1 (Etapa 2), posteriormente definem-se os **critérios** necessários para os fatores (Etapa 3), os **atributos** de cada alternativa estão na segunda coluna do Quadro 1 entre parênteses em itálico (Etapa 4), que são normalmente definidos pelos *stakeholders* e que posteriormente irão decidir a melhor **vantagem** através dos atributos menos preferidos (Etapa 5). Em seguida, a equipe de projeto definirá uma escala de notas por **importância das vantagens** (Etapa 6), para finalmente avaliar os **dados de custo** (Etapa 7) onde a equipe de projeto faz a pontuação total das vantagens para cada alternativa comparando com o custo local. O resultado final desta análise é a seleção de um dos materiais comparados (alternativas), com base nos critérios definidos, que orientam qual a melhor opção a ser empregada.

7 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

A pesquisa está em fase de revisão bibliográfica, ainda não apresentando resultados parciais. O próximo passo é a adequação do método CBA para as características brasileiras e o que mais for necessário depois de obtido os resultados. Espera-se também poder avaliar os impactos que materiais sustentáveis causam nos setores sociais, ambientais e econômicos, ou melhor, qual a contribuição em comparação aos materiais não sustentáveis. Espera-se que a pesquisa tenha um bom resultado de transferência do conhecimento para a sociedade, gerando informações para empresas, obras, poder legislativo e demais agentes atuantes na construção civil.

8 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Zeule (2014) apresenta uma lista de verificação que mensura o nível de sustentabilidade em canteiros de obras por meio do registro das práticas sustentáveis. Observou-se o uso, depósito e coleta adequada de materiais recicláveis, e também o reúso de materiais no próprio canteiro. Porém, não se observou a análise das características destes materiais.

Addis (2010) acredita que ainda haja falta de conhecimento sobre produtos reciclados na construção civil, maiores exigências de detalhamento de projeto e especificações, assim como a necessidade de um grande número de tomada de decisões.

Bell e Morse (2008) afirmam que a análise da sustentabilidade deve ser sistemática e definida de acordo com uma desconstrução participativa e negociada por um grupo de pessoas que tenham crença na sustentabilidade, juntamente com a identificação de um método de avaliação de indicadores para avaliar essa visão de sustentabilidade.

Portanto, verifica-se a existência de lacunas a serem preenchidas para a seleção de materiais sustentáveis por método de tomada de decisão. A decisão será subsidiada por um processo abrangente que considera vários fatores pré-determinados, buscando demonstrar a viabilidade no emprego de materiais sustentáveis no canteiro de obras.

REFERÊNCIAS

ABEYSUNDRA, U.G.Y.; BABEL, S.; GHEEWALA, S. A matrix in life cycle perspective for selecting sustainable materials for buildings in Sri Lanka. **Building and Environment**. v.44, 2009, p.997–1004.

ABRAHAM, K.; LEPECH, M.; HAYMAKER, J. Selection and Applications Choosing by Advantages on a Corporate Campus Project. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-21), **Proceedings...** July 2013 – Fortaleza, Brasil.

ADDIS, B. **Reúso de materiais e elementos de construção**. Editora Oficina de Textos, São Paulo, 2010.

ANTONIAZZI, A.R.; DIAS, G.A.G.; ZEULE, L.O.; SERRA, S.M.B. Certificação ambiental na construção: boas práticas no canteiro de obra e metodologia de avaliação. 10p. 2013. In: Encuentro Latinoamericano de Gestión y Economía de la Construcción (ELAGEC). **Anais...** Cancun, México.

ARROYO, P.; TOMMELEIN, I.D.; BALLARD, G. Comparing AHP and CBA as Decision Methods to Resolve the Choosing Problem in Detailed Design. **Journal of Construction Engineering and Management**. Volume 141, Issue 1 (January 2015), 8p. 04014063-8

ARROYO, P. **Exploring Decision-making Methods for sustainable design in commercial buildings**. Doctor of Philosophy in Engineering Civil and Environmental Engineering. University of California, Berkeley, 2014.

ARROYO, P.; TOMMELEIN, I.D.; BALLARD, G. Using ‘Choosing by Advantages’ to Select Ceiling Tile from a Global Sustainable Perspective. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-21), **Proceedings...** July 2013 – Fortaleza, Brasil.

ARSLAN, H; COSGUN, N. Reuse and recycle potentials of the temporary houses after occupancy: Example of Duzce, Turkey. **Building and Environment**, v. 43, n. 5, p. 702-709, 2008.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 1: Requisitos gerais. Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575** – Edificações habitacionais – Desempenho Parte 5: Requisitos para sistemas de coberturas. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

BELL, S.; MORSE, S.. **Sustainability Indicators: Measuring the Immeasurable?** 2th ed. London: Earthscan, 2008.

DEGANI, C.M. **Modelo de gerenciamento da sustentabilidade de facilidades construídas.** 2010. 235p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade de São Paulo, São Paulo.

DIAS, C.M.; SERRA, S.M.B. Overview of Industrialized Technological Solutions for Temporary Facilities in Construction Sites. 8p. In: Congress Portugal Sustainable Building (SB13). **Proceedings...** Universidade do Minho, Guimarães, Portugal.

HAYMAKER, J.; CHAU, D. H.; XIE, B. Inference-Assisted Choosing by Advantages. In: 21th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-21), **Proceedings...** July 2013 – Fortaleza, Brasil.

LEE, H. W.; TOMMELEIN, I. D.; BALLARD, G. Lean Design Management in an Infrastructure Design-Build Project : A Case Study. In: 18th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-18), **Proceedings...** 2010 – Haifa, Israel.

MEDINA, H.V. Produção e uso sustentável de materiais: gestão ambiental e análise do ciclo de vida. In: **61º Congresso Anual da ABM** - Rio de Janeiro, Julho de 2006. Disponível em: <<http://www.cetem.gov.br/publicacao/CTs/CT2006-049-00.pdf>>. Acesso em abr. 2015.

PARRISH, K.; TOMMELEIN, I. D. Making Design Decisions Using Choosing by Advantages. In: 17th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC-17), **Proceedings...** Taipei, Taiwan. 2009. Disponível em:<<http://www.iglc.net/Papers/Details/663>>. Acesso em: abr. 2015.

RODRIGO, A.G.; SOARES, P.V.P.T.S.; CARDOSO, F.F. Requisitos de desempenho para instalações provisórias em canteiros de obras. In: XIV Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído (XIV ENTAC). **Anais...** Juiz de Fora, 2012.

SAURIN, T.A.; FORMOSO, C.T. Planejamento de canteiros de obra e gestão de processos. **Recomendações Técnicas HABITARE.** v. 3, 112 p, 2006.

SUHR, J. **The Choosing By Advantages: decision making system.** Westport, CT: The Greenwood Publishing Group/Quorum Books, 1999.

TORGAL, F.P.; JALALI, S. **A sustentabilidade dos materiais de construção.** 3ª ed. TecMinho, gráfica Vilaverdense, Coimbra, Portugal, 2010.

ZEULE, L.O. **Práticas e avaliação da sustentabilidade em canteiros de obras.** 2014. 263 f. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) - Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, São Paulo.

AGRADECIMENTOS

À Capes, pela bolsa de doutorado, e à FINEP, Rede CANTECHIS – “Tecnologias para Canteiro de Obras Sustentável em Habitação de Interesse Social”, pelo apoio à pesquisa.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MODELO SISTÉMICO DE LA MADUREZ EN LA APLICACIÓN DE LEAN EN LA GESTIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN

CANO, Sandra (1); RIVERA, Leonardo (2)

(1) Universidad del Valle, +57 2 3212222., sandra.cano@correounivalle.edu.co (2) Universidad del Valle
+57 2 3212222, leonardo.rivera.c@correounivalle.edu.co.

ABSTRAC

The development and adaptation of models that evaluate the maturity of management in building organizations are used to assess the level of maturity that reach these organizations. These models identify opportunities for improvement by analyzing the gaps to achieve an "ideal" state, assessing the performance and capacity of organizations in comparison to a standard. In the application of Lean Construction (LC) they have been few initiatives to develop maturity models, so this research study finds that maturity in the management of construction projects should be carried out with a systemic approach, and maturity model should to reference excellence practices to assess value creation as its basis. The purpose of this research is to systemic study the relationships among the factors that contribute to value creation in the application of LC and propose a systemic model of maturity of the application for the management of construction projects. It must set the state of development of maturity models (MM) in the application of LC. Characterizing construction production environments. Identify how LC is being applied; study the type of practices that contribute to maturity and metrics that evaluate such maturity, to propose an assessment tool based on the systemic articulation of the factors that contribute directly to the creation of value. The research philosophy is constructive and is treated as a method of qualitative research. Is known in depth the problems in study and allows to explore the complexity of the phenomena and integrate the views of study participants.

RESUMEN

El desarrollo y adaptación de modelos que evalúan la madurez de la gestión en organizaciones de construcción son utilizados para evaluar el nivel de madurez que alcanzan dichas organizaciones. Estos modelos identifican las posibilidades de mejora analizando las brechas para alcanzar un estado "ideal", evaluando el desempeño y la capacidad de las organizaciones con respecto de un estándar. En la aplicación de Lean Construction (LC) han sido pocas las iniciativas en el desarrollo de modelos de madurez, por lo que esta investigación considera que estudiar la madurez en la gestión de proyectos de construcción, debe llevarse a cabo con un enfoque sistémico y el modelo de madurez debe disponer de prácticas de excelencia referenciadas que evalúen la creación de valor como su fundamento. El propósito de esta investigación es estudiar sistémicamente las relaciones entre los factores que contribuyen a la creación de valor

en la aplicación de LC y proponer un modelo sistémico de madurez de dicha aplicación para la gestión de proyectos de construcción. Se debe establecer el estado de desarrollo de modelos de madurez (MM) en la aplicación de LC; Caracterizar los entornos de producción en construcción; Identificar la manera como se está aplicando LC; estudiar el tipo de prácticas que contribuyan a alcanzar la madurez y las métricas que evalúan dicha madurez, para proponer una herramienta de evaluación basada en la articulación sistémica de los factores que contribuyen directamente a la creación de valor. La filosofía de investigación es constructivista y se aborda como un método de investigación cualitativa, así se conoce en profundidad la problemática a estudiar y permite explorar la complejidad de los fenómenos e integrar las opiniones de los participantes del estudio.

1 INTRODUCCIÓN

En el contexto mundial la industria de construcción presenta características indeseables que afectan su eficiencia y productividad por lo que se hace necesario disponer de herramientas que contribuyan a realizar una mejor gestión de todos los recursos involucrados en su proceso productivo, de tal manera que se incremente la oferta de valor. En el sector de construcción, sin embargo, la gestión tradicional de proyectos en la actividad constructora no utiliza formalmente enfoques sistémicos de gestión de mejoramiento de las prácticas asociadas principalmente con el incremento de la productividad y otros aspectos fundamentales de la gestión. Por lo tanto, el interés actual en la gestión de proyectos de construcción promueve esfuerzos para mejorar la planificación y control en todas las fases del proyecto, con la integración de prácticas cuyo objetivo es reducir los problemas del enfoque tradicional. Esta gestión tradicional se viene transformando con la aplicación de LC, pero se requieren herramientas que den cuenta de la efectividad de esta aplicación en el proyecto de construcción y si esta aplicación contribuye en la creación de valor. En el inicio de esta investigación se recogen diferentes investigaciones relacionadas con la consecución de instrumentos de evaluación, (Hofacker et al. 2008 y Etges et al. 2013), así como el modelo de madurez propuesto por Nesensohn, 2014.

El propósito de la investigación es estudiar sistémicamente las relaciones entre los factores que contribuyen a la creación de valor en la aplicación de LC para proponer un modelo, también sistémico, de madurez de dicha aplicación en el proceso de gestión de proyectos de construcción. Se trata de proponer un modelo que contribuya a facilitar la implementación del enfoque LC y establecer el nivel de evolución de la gestión de proyectos en su transformación Lean, haciendo uso de los conceptos de excelencia que la organización adapte a su realidad empresarial. Un modelo para ser autogestionado, soportado en la medición y evaluación, para identificar oportunidades de mejoramiento sostenido, y que, de manera sistémica, dirija las acciones que contribuyan a la ganancia de flujo de valor.

El modelo propuesto prevee ser evaluado para establecer la efectividad de su aplicación como una herramienta de mejoramiento de la gestión lean de proyectos de construcción y que dirija efectivamente la toma de decisiones, respecto de las estrategias de cambio con la aplicación de LC en la creación de valor. No se llevara a cabo un proceso de validación con aplicación en casos de estudio, esto sera del alcance de una investigación posterior.

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Modelo de madurez

La madurez es aquel estado de máximo desarrollo, o un estado de excelencia, y un modelo de madurez evalúa el logro de dicha excelencia, está organizado en un conjunto de procesos organizados en niveles de madurez, donde cada uno de ellos se basa en el logro del nivel anterior, con lo que la plena madurez es una progresión gradual lineal. El modelo de madurez permite disponer de información comparativa que puede ser usada para trazar un plan de desarrollo organizacional, así como identificar las fortalezas y debilidades de la organización con respecto a sus áreas de proceso, [Ramírez, 2009]. La utilidad de los modelos de madurez en el campo de la gestión de proyectos es propiciar un mejor desempeño de los proyectos” [Ibbs y Kwak, 2000].

Estos modelos son referentes prácticos que ayudan a las organizaciones a medir el punto en que se encuentran en el camino hacia la excelencia analizando las brechas para alcanzarla. Así mismo, sirven como marco de trabajo referencial, como una herramienta de diagnóstico organizacional, convirtiéndose en instrumento de desarrollo e incentivo para el alcance del éxito y la competitividad organizacional frente a los retos de la globalización, la competencia ya no es local. Al aplicarlos, las organizaciones desarrollan habilidades de gestión y consolidan estructuras para la creación de valor de manera continua y sostenida por medio de procesos de mejoramiento e innovación que contribuyen a reducir la brecha de competitividad en temas como productividad y efectividad. El propósito de un modelo de excelencia es el de servir de punto de referencia para que las organizaciones desarrollen las mejores prácticas referenciadas y así entregar una oferta de valor claramente diferenciada, sostenible e innovadora, que asegure la productividad y la competitividad. Un modelo de excelencia debe permitir actualizarse permanentemente a través de la referenciación entre empresas del sector que practican la excelencia. Entender y desarrollar la excelencia hace que una organización evolucione y se destaque entre otras en el desempeño de la calidad y la productividad logrando alta competitividad y confiabilidad de sus productos y servicios.

2.2 Pensamiento Sistémico

El pensamiento sistémico estudia las relaciones que se establecen entre las partes de un ente integrado y de su comportamiento como una unidad en su entorno. Permite desarrollar capacidad para comprender la complejidad de un sistema mediante el examen de sus componentes como un todo, potenciar el aprendizaje así como considerar otras formas de aprender y de construir conocimiento. El pensamiento sistémico, entendido como una aptitud y actitud del ser humano que se basa en la percepción del mundo real en términos de totalidades para su análisis, comprensión y accionar que promueve la flexibilidad en la construcción del conocimiento. Puede contribuir significativamente a propiciar un mejor entendimiento y desempeño de las actividades de gestión en proyectos de construcción, considerando este como un sistema complejo.

2.3 Creación de valor en construcción

El valor se construye cuando el proveedor entrega el producto como fue especificado por el cliente, cumpliendo sus requerimientos y expectativas. Para lo cual se cubre todo el ciclo de vida de la edificación construida, lo que permite integrar a otros actores en calidad de clientes como son el cliente comprador o usuario, el medio ambiente, la sociedad, el gobierno, etc.. Esta relación entre el cliente y el proveedor se puede entender como un ciclo de realimentación positivo, que puede ser virtuoso o vicioso, según se interpreten las expectativas del cliente por parte del proveedor. El objetivo de

los proyectos de construcción es generar valor económico para la organización pero no se puede dejar de lado la entrega de valor para el cliente, el cual se rige por construcciones sociológicas asociadas con especificaciones, calidad, utilización, satisfacción, entre otros del bien o servicio recibido, entonces de acuerdo con [Rooke et al, 2010] el valor se entiende mejor como un fenómeno intersubjetivo. “La transformación por sí sola en el proceso de producción, no es el valor, como si lo es el hecho de que el producto o servicio corresponda con los deseos, requerimientos y expectativas del cliente” [Koskela, 2000].

2.4 Lean Construction en las organizaciones de construcción

Cuando una organización adopta la gestión lean como un proceso innovador, su aplicación considera una evolución que este nuevo proceso le permite, considerando como se difunde para así explicar cómo y por qué las culturas organizacionales maduran y evolucionan como resultado de los procesos de implementación. El entendimiento de como el concepto lean se difunde dentro de una organización puede llegar a interpretarse en dos dimensiones, positivo o negativo, sin considerar puntos de vista como el de su empoderamiento y contribución a la solución de conflictos, por lo que la teoría de la difusión puede ser una teoría a aplicar en el desarrollo de la investigación, pues la cultura organizacional es un concepto dinámico y con diversos matices en la aceptación de un nuevo enfoque, Chesworth et al. [2010]. Otra fortaleza de LC es la incorporación de otros sistemas de gestión utilizados en la industria de la construcción tales como Gestión de Calidad Total, Last Planner System, Reingeniería de Procesos, Ingeniería Concurrente, Círculos de producto, Equipos y Gestión basada en el Valor [Alinaitwe, 2009], así como Gestión Ambiental, Gestión de Salud y Seguridad, entre otros, que contribuyen a mejorar el rendimiento del proyecto y reducir al mínimo los residuos.

3 MÉTODO DE INVESTIGACIÓN

La investigación en ciencias de diseño (DSR), o investigación implícita, es un modo de producción de conocimiento científico. Se diferencia de la investigación explicativa cuyo objetivo es describir, comprender y eventualmente predecir fenómenos de un campo en particular. El objetivo de la investigación en ciencias de diseño es el desarrollo de soluciones con base científica capaces de resolver problemas del mundo real. De esta manera, se establece un vínculo adecuado entre la teoría y la práctica y el fortalecimiento de la relevancia de la investigación académica (Rocha et al., 2012). Entonces las disciplinas científicas se pueden organizar en tres grupos en función del modo de producir conocimiento científico (Van Aken 2004):

- Las ciencias formales, su objetivo es construir sistemas mediante proposiciones abstractas que ponen a prueba su consistencia lógica. (Van Aken 2004)
- Las ciencias explicativas, el conocimiento está relacionado con descripciones, explicaciones o predicciones de fenómenos observables. Se describen y explican los fenómenos según afirmaciones que se comprueban empíricamente. (Van Aken 2004), (March y Smith, 1995).
- Las ciencias de diseño, el conocimiento se produce a través de la creación e implementación de una solución que es capaz de manipular o alterar un fenómeno particular. (Vaishnavi y Kuechler 2007).

La investigación en ciencias de diseño (DSR) o la investigación constructiva es un enfoque para la realización de la investigación en LC, y más específicamente en la

gestión de la construcción. Según AlSehaimi et al., (2012) este enfoque puede ayudar en el desarrollo e implementación de herramientas de gestión innovadoras, así como también abordar diferentes problemas de gestión de la construcción. Los mismos autores sostienen además que, al hacerlo, la investigación constructiva conecta mejor la investigación y la práctica, y se fortalece la relevancia de la gestión de la construcción académica.

Koskela, (2008) sostiene que el reposicionamiento de gestión de la construcción como una ciencia de diseño en lugar de una ciencia explicativa ayuda a resolver los problemas que afectan a esta disciplina, tales como el problema de la relevancia. De hecho, varios estudios llevados a cabo por la Comunidad de Lean Construction se pueden clasificar como DSR, ya que desarrollan soluciones que apuntan a resolver problemas prácticos al tiempo que proporciona un aporte teórico. Bonatto et al., 2011 resaltan que el Last Planner System de Control de la Producción es un buen ejemplo de una solución de este tipo, así como algunas iniciativas recientes de la investigación han adoptado explícitamente DSR como un enfoque de investigación.

La estrategia de investigación que se adopta en el desarrollo de la tesis es la Investigación en Ciencia del Diseño. Este tipo de investigación trata un fenómeno o problema práctico y lo analiza para permitir la creación de un artefacto que contribuya a resolver dicho fenómeno o problema práctico (Holmstrom et al., 2009). En esta investigación se podrá utilizar: investigación bibliográfica, entrevistas, encuestas, observación directa, análisis de prácticas y métricas existentes, mediciones de tiempos de ciclos, etc.

El enfoque del presente proyecto es el estudio sistémico las relaciones entre los elementos, o factores, que permiten la creación de valor en la aplicación de LC, de tal manera que sean identificadas apropiadamente las relaciones en la creación de valor como consecuencia de la excelencia en la aplicación de LC. Se requiere obtener un conocimiento amplio del sector por medio de la aplicación de métodos de recolección de información documental, información directa e indirecta, etc., se contrapone el avance de la investigación con el estado del arte e investigaciones que se lleven a cabo en otros países y enfrentar los resultados progresivos a críticas que contribuyan a la construcción de las respuestas a las preguntas aquí formuladas. La investigación en ciencias de diseño (DSR) o la investigación constructiva es el enfoque para la realización de la investigación en LC. Según AlSehaimi et al., (2014) ste enfoque puede ayudar en el desarrollo e implementación de herramientas de gestión innovadoras, así como también abordar diferentes problemas de gestión de la construcción. Este tipo de investigación trata un fenómeno o problema práctico y lo analiza para permitir la creación de un artefacto que contribuya a resolver dicho fenómeno o problema práctico (Holmstrom et al., 2009). En esta investigación se utilizara también: investigación bibliográfica, entrevistas, observación, análisis de prácticas y métricas existentes, mediciones de tiempos de ciclos, etc. El desarrollo de la investigación considera cuatro fases. La recolección de datos requiere un soporte teórico que se consigue con la ayuda de la revisión de literatura, destacando en esta los estudios de casos; también se requiere obtener información en la fuente por medio de entrevistas, aplicación de encuestas, observación directa y análisis de expertos, principalmente. Las Fases I y II abordan el primer objetivo de la investigación. En la Fase I se busca conceptualizar el estado actual de los modelos de madurez con aplicación en construcción, con particular énfasis en aquellas iniciativas que evalúan la madurez de las organizaciones de construcción en la aplicación de LC. En la Fase II, se busca ampliar el conocimiento contextualizado de las particularidades del sector de construcción, así como identificar situaciones propias de

la actual implementación de LC permitiendo constituir un grupo de prácticas y métricas pertinentes a la creación de valor además de la identificación de capacidad y desempeño. En la Fase III, se identifica la importancia de los elementos o factores que interactúan en el modelo. Es en esta fase es que se desarrolla el modelo sistémico. La Fase IV permite evaluar la utilidad del modelo de madurez para dirigir una efectiva toma de decisiones.

4 RESULTADOS PARCIALES DE LA INVESTIGACIÓN

IDENTIFICACIÓN DE LAS BARRERAS Y LOS FACTORES DE ÉXITO EN LA APLICACIÓN DE LC

En el proceso de implementación, y aplicación continua, de Lean Construction (LC) en una organización de construcción aparece un conjunto de barreras y factores críticos de éxito (FCE) que lo impactan negativa y positivamente, llegando a comprometer su sostenibilidad. Es relevante conocer estas barreras y FCE, con base en las experiencias reportadas en diferentes países, para identificar estrategias que contribuyan a evitar o mitigar la aparición de dichas barreras y fortalecer los FCE. Este estudio reporta 110 barreras y 51 FCE identificadas en 83 publicaciones entre los años 1998 y 2014, las cuales se clasificaron en tres “Factores Maestros” o “Pilares”: Personas, Procesos de producción y Gestión de producción y procesos logísticos. El estudio ofrece una manera de superar las barreras contrastando los beneficios que ofrecen los FCE. El estudio también identifica las barreras y FCE en la implementación de LC en el contexto colombiano por medio de entrevistas personales con los responsables de LC en estas organizaciones. Durante la revisión de la literatura, se identificó 110 barreras y 51 FCE. Las situaciones encontradas fueron documentados de 83 artículos académicos publicados entre 1998 y 2014 (en este artículo se presentan sólo 30 referencias), con base en las experiencias en la aplicación de LC en el sector de la construcción dentro de los países como China (e.g., Shang et al. 2014, Pheng and Shang 2011), United Kingdom (e.g., Sarhan and Fox 2013, Sarhan and Fox 2012, Bashir et al. 2010), Vietnam (e.g., Khanh and Kim 2013), Malaysia (e.g., Abdullah et al. 2009, Jeni et al. 2013, Marhani et al. 2013), Mexico (e.g., Cervero-Romero et al. 2013), Nigeria (e.g., Ahiakwo et al. 2013, Ahiakwo et al. 2012, Olatunji 2008), Dominican Republic (e.g., Senior and Rodriguez 2012), Ghana (e.g., Ayarkwa et al. 2011, Ayarkwa et al. 2005), Brazil (e.g., Viana et al. 2010), Middle East (e.g., Alsehaimi et al. 2009), Uganda (e.g., Alinaitwe 2009), Germany (e.g., Johansen and Walter 2007), USA (e.g., Kim and Park 2006, Pekuri et al. 2012, Haupt and Whiteman 2004, Hamzeh 2011), Singapore (e.g., Dulaimi and Tanamos 2001), Chile (e.g., Alarcon and Seguel 2002, Alarcon and Diethelm 2005), Saudi Arabia (e.g., Alsehaimi et al. 2014), Finland (e.g., Pekuri et al. 2012), and Lebanon (e.g., Gherbal et al. 2012).

ENTORNOS DE PRODUCCIÓN DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN Y SU RELACIÓN CON LA APLICACIÓN DE LC

Los entornos y los sistemas de producción en manufactura están asociados al tipo de producto, la manera como este se produce y el tipo de demanda. El producto de construcción es único, se elabora en el sitio de entrega, los recursos fluyen a través de él durante su elaboración y cada producto exige configurar una cadena de suministro específica para su planificación, ejecución y control. Es importante establecer la manera de gestionar la logística al interior de la obra y la interacción de las áreas de apoyo de la

organización, a fin de establecer la alineación de estas para lograr el flujo de producción. Es entonces pertinente para la investigación tipificar configuraciones de sistemas productivos para este tipo de proyectos, a partir de un análisis de diferencias y similitudes con los entornos de producción en manufactura.

5 FACTORES MAESTROS DEL MODELO DE MADUREZ

De manera preliminar se ha realizado una agrupación de característica en tres factores maestros, esta agrupación es actualmente objeto revisión.

5.1 Personas

Este factor agrupa las barreras y FCE relacionados con las personas que están involucradas o participan en los proyectos de construcción. Este grupo se separó en cuatro categorías: Educación y formación, Gerencia, Operación, Actitud y cultura.

5.2 Procesos de producción

Cadena de valor interna: Todos los procesos, procedimientos y fases que incluye la planeación y el control del desarrollo de un proyecto, en este caso, de construcción: Gestión, Planeación, Control

Cadena de valor y gestión externa: La cadena de valor describe toda la gama de actividades que se requieren para llevar un producto o servicio desde su concepción, a través de las diferentes fases de producción, la entrega al consumidor final, y la disposición final después de su uso.

5.3 Gestión de producción y procesos logísticos

Estructura organizacional: Se clasifican los aspectos relacionados con la estructura de la organización, los medios o procedimientos necesarios para alcanzar la meta organizacional, el flujo o manejo de recursos, entre otros: Filosofía, Recursos, Estructura

Cadena de suministro: La cadena de suministro involucra todas las partes involucradas directa o indirectamente para satisfacer a un cliente. El objetivo de la cadena de suministro es maximizar el valor global generado: Gestión, Recursos, Técnicos, Procesos y sistemas.

Externalidades: Aquellos elementos externos que impactan el desarrollo del proyecto así como la implementación de LC como factores externos. Se distinguen tres categorías: Gobierno, Naturaleza de la construcción.

6 IMPLICACIONES DE LA INVESTIGACIÓN

Una contribución metodológica, asociada a la incorporación de características propias e intrínsecas de la construcción y la filosofía LC en un marco de excelencia que identifica un conjunto de prácticas, métricas e indicadores clave propuestos y presentados en el modelo de madurez para apoyar el desarrollo de una capacidad de autoevaluación y autogestión en todos los niveles de la organización. Todo esto soportado en una concepción sistémica que permita entender el todo en la vía de madurez, permitiendo una mejor comprensión de LC y su relación con la creación de valor.

Una contribución práctica, así se dispondrá de un modelo de madurez contextualizado, que reconoce las características propias e intrínsecas de la construcción, permitiéndole de manera práctica identificar sus fortalezas y debilidades en la aplicación LC, para así

establecer las estrategias en la difusión de LC en directa relación con indicadores que identifiquen la creación de valor.

7 REFERENCIAS

ALARCON, L., DIETHELM, S., ROJO, O. AND CALDERON, R. (2005) Assessing the Impacts of Implementing Lean Construction. *Revista Ingenieria de Construccion*, 23, p. 26-33.

CHESTWORTH, B., LONDON, K. AND GAJENDRAN, T. Diffusing Cultural Awareness and Maturity in Lean Managed Organizations. In: Egbu, C (Ed.), "26th Annual ARCOM Conference", 6-8 September, Leeds, UK. Association of Researchers in Construction Management, Vol. 1, 461-9. 2010

ETGES, BERNARDO M. B. S., SAURIN, TARCISIO A. AND BULHÕES, IAMARA R. A Protocol For Assessing The Use Of Lean Construction Practices. IGLC 21, Fortaleza 2013.

HOFACKER, A., FERNANDES DE OLIVEIRA, B., GEHBAUER, F., DUARTE FREITAS, M D. CARMO., MENDES JR, R., SANTOS, A. AND KIRSCH J. Rapid Lean Construction- Quality Rating Model (LCR). IGLC 13. Manchester, July 2008.

HOLMSTROM, J., KETOKIVI, M., HAMERI, A.P. "Bridging practice and theory: a design science approach." *Decision Sciences*, Feb 2009, Volume: 40 Issue: 1 pp.65-87 (23 pages).Liker, J.K.

GHERBAL, N., SHIBNI, S., SIDANI, M., AND SAGOO, A. "Critical success factors of implementing Total Quality Management in Libyan organisations." *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management*, Istanbul, Turkey, July, pp. 3-6. 2012

HAMZEH, F.R. "Improving construction workflow-The role of production planning and control." University of California, Berkeley. 2009

IBBS, C. AND KWAK, Y. "Assessing project management maturity", *Project Management Journal*, Vol. 31 No. 1, pp. 32-43. 2000

KIM, D., AND PARK, H.S. "Innovative construction management method: Assessment of lean construction implementation" *KSCE journal of Civil Engineering*, vol. 10, pp. 381-388. 2006

KOSKELA, L., *An Exploration Towards a Production Theory and its Application to Construction*. Technical Research Centre of Finland. 2000

NESENSOHN, C. *An innovative framework for assessing Lean construction maturity*. A Doctor of Philosophy thesis. February 2014

SARHAN, S. AND FOX, A. Performance Measurement in the UK Construction Industry and its Role in Supporting The Application of Lean Construction. *Australasian Journal of Construction Economics and Building*, 13 (1) 23-35. 2012

SARHAN, S., AND FOX, A. "Barriers to Implementing Lean Construction in the UK Construction Industry." *The Built & Human Environment Review*, vol. 6. 2013

VIANA, D.D., MOTA, B., FORMOSO, C., ECHEVESTE, M., PIEXOTO, M., AND RODRIGUES, C. "A survey on the last planner system: impacts and difficulties for implementation in brazilian companies." *proceedings of the 18th annual conference of the international group for lean construction, iglc*, pp. 497-507. 2010



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

REFINAMENTO DO CONTROLE INTEGRADO DA PRODUÇÃO E QUALIDADE NO CANTEIRO COM O SUPORTE DE BIM

VILLAMAYOR IBARRA, José (1); FORMOSO, Carlos Torres (2)

(1) e-mail: josevillamayor86@gmail.com, jose.villamayor@ufrgs.br (2) NORIE/UFRGS, +55 (51) 3308-3518, e-mail: formoso@ufrgs.br.

RESUMO

A ineficácia ou ausência do Planejamento e Controle da Produção (PCP) consiste em um dos principais motivos para o baixo desempenho de empreendimentos de construção, manifestando-se principalmente mediante perdas e retrabalhos durante a fase de construção. Estes pontos, associados à falta de qualidade nos trabalhos entregues, podem acarretar em um desgaste no relacionamento com os clientes internos e externos, podendo ser a causa de litígios judiciais ou exclusões para novas licitações ou concorrências.

Além disso, os métodos hoje utilizados tanto para o controle produtivo como de qualidade, baseiam-se ainda em aprovações manuais, realizadas de acordo com critérios subjetivos. Estas tarefas são normalmente executadas por meios tradicionais, como planilhas de verificação, que além de gerar um grande volume de documentos para serem posteriormente arquivados, acarretam a dificuldade para a sua busca e visualização quando necessários. Dessa forma, há uma necessidade de desenvolver métodos e processos que busquem a melhoria e integração, do PCP e do controle de qualidade na construção, preferencialmente através de tecnologias de informação, como serem o BIM e a computação móvel.

Palavras chave: PCP – tecnologias de informação - BIM – controle de qualidade.– retrabalho

ABSTRACT

The inefficiency or absence of Production Planning and Control (PPC) constitutes one of the main reasons for the low building projects' performances, being this mainly manifested through wastes and rework in the construction phase. These points, associated to the lack of quality for the delivered work, could lead to misunderstandings with internal and external clients, and thus originate possibilities for judicial disputes and exclusions from future tender processes.

Moreover, the methods currently used for productive and quality control are still based on manual approvals, mainly made according to subjective criteria. In this way, control activities are normally executed by traditional means, as verification spreadsheets, which in addition to the creation of a great volume of documents to be then stored, intrinsically cause difficulties for their visualization and search when needed. Therefore, there is a need to develop methods and processes that seek the improvement and integration of both, PPC and quality control in construction, preferably through information technologies, such as BIM and mobile computing.

Keywords: PPC – information technologies – BIM – quality control – rework.

1 INTRODUÇÃO

De acordo com Ballard e Howell (1998), tradicionalmente na construção, a palavra planejamento é associada à produção de orçamentos, cronogramas e documentação contratual para a execução do projeto, sendo o seu controle limitado ao simples

monitoramento do desempenho em relação a essas especificações e requerendo, no surgimento de desvios, de ações corretivas, de forma reativa (SUKSTER, 2005).

Estudos anteriores abordam a necessidade do PCP e controle de qualidade para a redução de perdas (BALLARD, 2000; BERNARDES, 2001; FIREMAN, 2012; SOMMER, 2010; SUKSTER, 2005). Em particular, Sukster (2005) desenvolveu um estudo aprofundado sobre a integração dos sistemas de gestão de qualidade e PCP. Assim, Sukster (2005), identificou mediante estudos empíricos, problemas e dificuldades inerentes da integração dos sistemas de gestão de qualidade e de controle produtivo, como serem:

- Erros na estimação da produtividade das equipes devido à falta de experiência dos coordenadores de planejamento.
- Consideração errada de conclusão de tarefas com falta de terminalidade ou problemas de execução (falta de qualidade), devido à falta de tempo suficiente para executar os controles.
- Geração de documentação excessiva originando processos utilizados apenas burocraticamente, ou seja, como “preenchimento de papel”.
- Necessidade de um grande esforço por parte do gerente do empreendimento na utilização de todas as ferramentas necessárias para melhorias dos sistemas.
- Falta de disciplina e motivação dos encarregados de executar o controle das tarefas planejadas e de roteirização dos controles produtivos e de qualidade nas empresas.

Cabe salientar que a maioria destes problemas foram corroborados pelo presente autor na etapa exploratória desta pesquisa, e tem motivado em grande medida o desenvolvimento dela.

Desta forma, detalha-se a seguir, a estrutura da pesquisa:

1.1 Questões de pesquisa principais

- Como refinar¹ o modelo de controle da produção e qualidade no canteiro de forma a poder incorporá-lo em dispositivos de computação móvel de uso comercial?
- Como a tecnologia de informação (TI) por meio da computação móvel e o BIM podem ser utilizados para melhorar o controle integrado da produção e qualidade no canteiro?

1.2 Proposições de pesquisa

- A aplicação efetiva do sistema integrado de controle da produção e qualidade em dispositivos móveis, pode contribuir a aumentar índices de produtividade e conformidade de qualidade, assim como otimizar os recursos utilizados para as tarefas de controle.
- A utilização de TI através do BIM na etapa de construção, integrando-o ao planejamento produtivo e critérios de qualidade, pode diminuir o tempo de

¹ A palavra refinar é utilizada neste contexto para representar ações de natureza incremental, feitas com o objetivo de melhorar o modelo existente, facilitando e simplificando o seu uso e compreensão.

inspeção (atividade de fluxo) dos pacotes de trabalho entregues por parte dos encarregados de obra.

- A utilização de TI através do BIM pode aumentar a transparência no processo de planejamento mediante a disponibilização de informações relativas ao controle de produção e qualidade dentro do modelo.
- O modelo de controle integrado a ser refinado pode fomentar a geração de ciclos de melhoria contínua, por meio do seguimento e replanejamento efetivo dos pacotes formais não concluídos, criação de bancos de dados com registros de *making-do*, pacotes informais executados e reprovações de qualidade, os quais seriam oportunamente disponibilizados para os *stakeholders* do processo.

1.3 Objetivo principal

- Refinar e aplicar² um MODELO DE CONTROLE INTEGRADO DE PRODUÇÃO E QUALIDADE que utilize a tecnologia de informação, por meio da computação móvel e da plataforma BIM³ no canteiro de obras, buscando facilitar a visualização e controle de processos e operações, assim como a redução das perdas devido a improvisações, falta de cumprimento do planejamento de tarefas e carência de qualidade mínima dos pacotes entregues.

1.4 Limitações do estudo

O estudo tem a previsão de ser executado em obras de empresas que vem utilizando o sistema Last planner ® para o planejamento produtivo e que preferentemente possuem uma certificação de qualidade (ISO 9001) a qual delimite os critérios posteriores a serem avaliados em cada pacote de trabalho no curto prazo.

Além disso, tem-se a previsão de utilizar o aplicativo comercial BIM 360 Field da Autodesk ®, para as fases de coletas de dados no canteiro. O mesmo é compatível com *tablets* que possuem o sistema operativo IOS ® e com os navegadores Chrome ®, Mozilla Firefox ® e Safari ®, na sua interface *web*.

Paralelamente, na etapa exploratória de coleta de dados, tem-se a previsão de testar o aplicativo próprio iniciado em estudos precedentes (LEÃO, 2014; SITJA, em andamento), fazendo coletas de dados simultâneas, de forma a analisar as suas limitações, oportunidades de melhoria assim como o fluxo de informações dentro dele. Isto último, com o objetivo de tentar adaptá-lo ao funcionamento do aplicativo comercial.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A indústria da construção se encontra caracterizada pelo alto grau de informalidade na execução dos seus processos produtivos, em comparação com outros setores como, por exemplo, a manufatura, a qual há alcançado níveis de padronização que lhe permitem obter rendimentos progressivamente melhores no decorrer do tempo (TEICHOLZ; GOODRUM; HAAS, 2001).

² A ação de aplicar ou testar o artefato criado dentro de pesquisas do tipo *Design Science* é definida pelo termo *Instantiation*, (MARCH; SMITH, 1995)

³ O autor tem por escopo primário a utilização de modelos BIM 3D, para o controle produtivo e de qualidade no horizonte de curto prazo. Por enquanto não se tem a previsão de ampliar ele para a utilização de BIM 4D no meio e longo prazo, o que dependerá do desenvolvimento da pesquisa.

Nesse sentido, Laufer e Tucker (1987) definem controle como o processo que garante que as ações sejam executadas conforme planejado para que as metas desejadas sejam alcançadas.

Ballard (2000) argumenta que uma falha clara no modelo de controle tradicional baseado no monitoramento da produção é que a produtividade dos recursos pode estar de acordo com o orçamento, e o progresso de acordo com o previsto, mas o trabalho certo pode não estar sendo feito da maneira correta, e no momento ideal.

Koskela e Howell (2002) afirmam que o foco do controle deveria estar na identificação das causas dos problemas e na tomada de providências sobre esses problemas, e não na simples alteração do nível de desempenho para que uma meta predeterminada seja atingida.

Além disto, o grande volume e complexidade dos processos na construção são responsáveis pela origem de variabilidade e incertezas, o que por sua vez gera um tipo de perda conhecido como *making-do* (KOSKELA, 2004). Estas perdas referem-se às improvisações que ocorrem quando uma tarefa é iniciada sem que todos os itens necessários para sua realização estejam disponíveis.

O sistema Last Planner ® (BALLARD; HOWELL, 1998; BALLARD, 2000), de controle da produção, vem sendo aplicado na construção civil com a finalidade de reduzir essa variabilidade, melhorar o fluxo de trabalho e reduzir perdas.

Por outro lado, é admitida a hipótese de que um sistema de software que complemente ao sistema Last Planner ® poderia auxiliar na gestão do fluxo das operações da construção com maior confiança e menor variabilidade (SACKS; RADOSAVLJEVIC; BARAK, 2010). Bernardes (2001), sugere como diretriz para o melhoramento do modelo de PCP a utilização de tecnologias de informação, para a diminuição do tempo despendido na execução dos planos. Fireman (2012) coloca como uma de suas recomendações para futuros trabalhos a necessidade de se empregar a tecnologia BIM para modelar as relações entre perdas por *making-do* e os pacotes informais.

Chen and Luo (CHEN; LUO, 2014), acrescentam que atualmente, existe uma carência de estudos que demonstrem a utilização efetiva de tecnologia de informação na etapa de construção. No entanto, alguns autores têm estudado recentemente as vantagens da implementação de computação móvel na construção e justificado a sua utilidade (CHEN; KAMARA, 2008; IRIZARRY; GILL, 2009; MORAN, 2012; NOURBAKHSH et al., 2011, 2012).

Contudo, ainda não foi investigado em profundidade como o uso do BIM em plataformas móveis, pode ajudar no controle da produção e qualidade de forma integrada na etapa de construção.

Diante deste contexto, estabelecem-se como prioridades para este trabalho, executar o refinamento necessário no modelo de controle integrado de produção e qualidade, desenvolvido em pesquisas precedentes no Norie, de forma a poder utilizá-lo em dispositivos móveis num nível operacional⁴ e explorar a abrangência dos benefícios e sacrifícios que o uso de tecnologias de informação, por meio de computação móvel e BIM, pode aportar para a gestão de informações no canteiro de obras no horizonte de curto prazo.

⁴ Refere-se à vinculação entre os pacotes planejados no curto prazo e os critérios de qualidade provenientes de planilhas de verificação, já criados e estabelecidos nos SGQ das empresas.

3 MÉTODO DA PESQUISA

3.1 Estratégia de Pesquisa

O presente trabalho encontra-se inserido na categoria de pesquisa prescritiva ou *Design Science Research*, devido a que ele se localiza em um contexto sócio-técnico (empreendimentos de construção civil na etapa de execução) e tem como objetivo fundamental a criação de um artefato que possibilite a resolução de um problema real.

Nesse sentido, Aaltonen, Rinne e Tuikkala (2007), afirmam que a *design science* busca criar coisas (artefatos) que servem a propósitos humanos, enquanto a ciência natural tenta entender a realidade observável.

Assim, as principais características da pesquisa construtiva são (KASANEN; LUKKA; SIITONEN, 1993; LUKKA, 2003): (a) o foco em problemas do mundo real relevantes para que sejam resolvidos na prática; (b) a produção de uma construção inovadora buscando resolver o problema inicial; (c) uma tentativa de implementação da construção desenvolvida, testando sua aplicabilidade prática; (d) o envolvimento e a cooperação entre o pesquisador e os demais participantes, na forma de uma equipe, que propicie um aprendizado baseado na experimentação; (e) uma ligação explícita a um conhecimento teórico prévio; e (f) a reflexão acerca das evidências empíricas com base na teoria.

Dessa forma, o artefato a ser desenvolvido consistirá em um modelo de controle produtivo e de qualidade, integrado com a interface visual do projeto executivo. Isto permitirá o registro e controle dos pacotes de trabalho semanalmente programados de acordo com o sistema Last Planner®, assim como o controle de qualidade deles, vinculando-os com a sua localização real no canteiro por meio da visualização do modelo BIM-3D da obra de análise.

3.2 Delineamento da Pesquisa

O delineamento da pesquisa contará com três fases, as quais ocorrerão de forma não linear, podendo ter diversas iterações dentro delas, Figura 1. Estas são apresentadas a seguir:

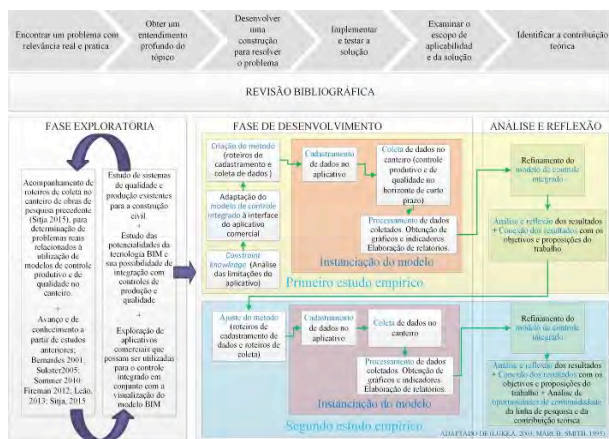
a) Fase exploratória: Compreenderá de um estudo exploratório no canteiro de obras mais uma análise dos estudos precedentes relacionados à linha de pesquisa na qual este trabalho se encontra inserido (BERNARDES, 2001; FIREMAN, 2012; LEÃO, 2014; SITJA, em andamento; SOMMER, 2010; SUKSTER, 2005). Por meio deles se tentará identificar os problemas reais e formular o problema de pesquisa. Além disso, fará-se um aprofundamento dos estudos de sistemas de gestão qualidade e produção existentes para a construção civil, assim como das potencialidades da tecnologia BIM e sua possibilidade de integração com controles de produção e qualidade.

b) Fase de desenvolvimento: Foca-se no desenvolvimento do artefato a ser utilizado para a resolução do problema já definido. Para isso, primeiramente se procederá ao entendimento e complemento dos critérios de produção e qualidade a serem avaliados, tendo em conta dados bibliográficos e trabalhos anteriores na mesma linha de pesquisa (Construtos). Também, será feito o refinamento do artefato desenvolvido em trabalhos precedentes (LEÃO, 2014; SITJA, em andamento), tentando implantá-lo dentro do aplicativo comercial que será utilizado para o presente estudo (Modelo e Método). Finalmente, serão executadas coletas no canteiro utilizando o novo artefato proposto, através de estudos empíricos, cujas duração e abrangência serão definidas no decorrer da pesquisa (Instanciação). Nas primeiras semanas, estas coletas

serão feitas simultaneamente nos aplicativos comercial e próprio, mencionados anteriormente.

c) Fase de análise e reflexão: Tem a meta de fazer uma reflexão sobre as limitações da pesquisa, assim como sobre os resultados obtidos. Dessa forma, serão feitas as conexões destes resultados com os objetivos e proposições do trabalho e finalmente uma valoração das oportunidades de continuidade da linha de pesquisa e da contribuição teórica e prática do trabalho.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



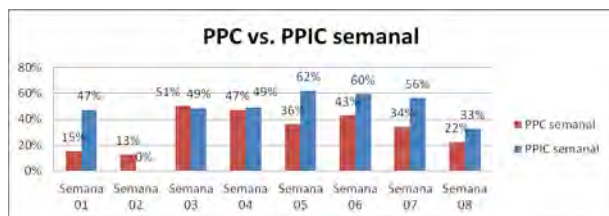
Fonte: Própria

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Até aqui, a pesquisa tem obtido os seguintes resultados:

Criação de bancos de dados mediante coletas diárias feitas com o aplicativo BIM 360 Field®, Figura 2. Observação: Os bancos de dados foram processados para obter deles, índices como o PPC e PPIC semanal, pacotes com qualidade aprovada, pacotes com ocorrência de *making-do*, e assim por diante.

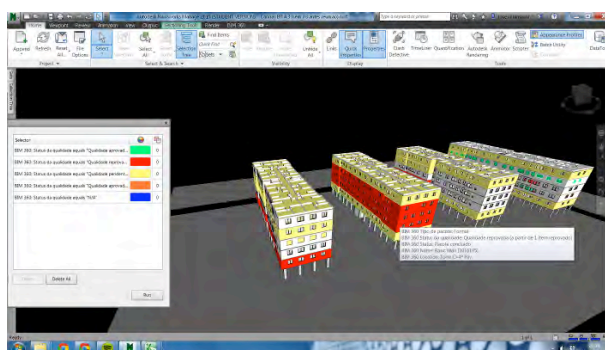
Figura 2 – Índices obtidos a partir de processamento do banco de dados.



Fonte: Própria – BIM 360 Field® – Microsoft Excel®

Integração das informações coletadas no aplicativo BIM 360 Field®, com o modelo BIM do empreendimento avaliado no primeiro estudo empírico. Esta integração foi feita vinculando o aplicativo acima mencionado com o Navisworks Manage® e o BIM 360 Glue®, os quais também pertencem a Autodesk®, Figura 3.

Figura 3 – Resumo do status de qualidade dos pacotes semanais.



Fonte: Própria – Navisworks Manage ®

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

As práticas observadas neste primeiro estudo empírico se caracterizam por apresentar controles aleatórios e quase inexistentes do avanço produtivo. Além disto, os controles de qualidade para cada pacote são comumente adiados por várias semanas e feitos de acordo com a necessidade de liberação de mais frentes de trabalho para as equipes com tarefas interdependentes. Isto produz uma grande quantidade de pacotes de trabalho cujo avanço real é desconhecido por parte dos engenheiros encarregados da obra.

Também, notou-se um excesso de retrabalho devido à falta de qualidade mínima dos pacotes concluídos, assim como elevadas quantidades de trabalho em progresso, ocasionado por pacotes com falta de terminalidade derivados da não conclusão deles durante a semana de planejamento ou pela falta de uma coordenação apropriada entre atividades interdependentes.

Consequentemente, como principal contribuição desta primeira etapa, salienta-se que uma integração efetiva das tarefas de controle produtivo e de qualidade em um nível operacional feitas em forma simultânea, tem o potencial de permitir um seguimento do avanço real do planejamento no curto prazo, reduzindo-se assim os retrabalhos por falta de qualidade mínima e a quantidade de atividades com falta de terminalidade geradoras de trabalho em progresso.

Finalmente, o banco de dados gerado a partir das coletas, permitiu a obtenção de informações claras e facilmente processáveis a traves de planilhas eletrônicas. Isto constitui um ponto importante a favor da aplicação de TI na construção, tendo em conta a necessidade de disponibilizar as informações coletadas para os *stakeholders* do processo de planejamento de forma ágil e eficaz.

REFERÊNCIAS

AALTONEN, J.; RINNE, J.; TUIKKALA, I. **A Multidisciplinary Framework for Concept Evolution: A Research Tool for Developing Business Models** European-Japanese Conference 2007 on Information Modeling and Knowledge. **Anais...**Tampere, Finland.: 2007Disponível em: <<http://iceb.nccu.edu.tw/proceedings/2006/defevent/papers/cr1062.pdf>>

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. Thesis (Ph.D) - School of Civil Engineering: Faculty of Engineering, University of Birmingham, Birmingham, 2000.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: Essential Step in Production Control. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 124, n. 1, p. 11–17, jan. 1998.

BERNARDES, M. M. E. S. **Desenvolvimento de um modelo de planejamento e controle da produção para micro e pequenas empresas de construção.** Tese de Doutorado (Doutor em Engenharia Civil) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2001.

CHEN, L.; LUO, H. A BIM-based construction quality management model and its applications. **Automation in Construction**, v. 46, p. 64–73, out. 2014.

CHEN, Y.; KAMARA, J. M. Using mobile computing for construction site information management. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 15, n. 1, p. 7–20, 11 jan. 2008.

FIREMAN, M. **Proposta de método de controle integrado produção e qualidade, com ênfase na medição de perdas por making-do e retrabalho.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

IRIZARRY, J.; GILL, T. Mobile Applications for Information Access on Construction Jobsites. **Computing in Civil Engineering**, p. 176–185, 2009.

KASANEN, A.; LUKKA, K.; SIITONEN, A. The Constructive Approach in Management Accounting Research. **Journal of Management Accounting Research**, v. 5, n. June 1991, p. 243–264, 1993.

KOSKELA, L. **Making-do - The Eighth Category of Waste.** Proceedings of the 12th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. **Anais...2004**

KOSKELA, L.; HOWELL, G. **The Underlying Theory of Project Management Is Obsolete.** Proceedings of the PMI Research Conference. **Anais...2002** Disponível em: <http://usir.salford.ac.uk/9400/1/2002_The_underlying_theory_of_project_management_is_obsolete.pdf>

LAUFER, A.; TUCKER, R. L. Is construction project planning really doing its job? A critical examination of focus, role and process. **Construction Management and Economics**, v. 5, n. 3, p. 243–266, dez. 1987.

LEÃO, C. F. **Proposta de Modelo para Controle Integrado da Produção e da Qualidade Utilizando Tecnologia de Informação.** Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2014.

LUKKA, K. The Constructive Research Approach. In **Ojala, L. and Hilmola, O-P. (eds.) Case study research in logistics. Publications of the Turku School of Economics and Business Administration.**, p. 83–101, 2003.

MARCH, S. T.; SMITH, G. F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**, v. 15, n. 4, p. 251–266, dez. 1995.

MORAN, M. S. **Assessing the Benefits of a Field Data Management Tool.** Masters Thesis - Construction Management and Engineering: Delft University of Technology, Delft, Netherlands, 2012.

NOURBAKHSH, M. et al. **Mobile Application Information Requirement in Construction Industry** Construction Challenges in the New Decade. **Anais...Kuala Lumpur, Malaysia: 2011** Disponível em: <<http://conectech.gatech.edu/Publications/Mehdi.pdf>>. Acesso em: 11 dez. 2014

NOURBAKSH, M. et al. Mobile application prototype for on-site information management in construction industry. **Engineering, Construction and Architectural Management**, v. 19, n. 5, p. 474–494, 31 ago. 2012.

SACKS, R.; RADOSAVLJEVIC, M.; BARAK, R. Requirements for building information modeling based lean production management systems for construction. **Automation in Construction**, v. 19, n. 5, p. 641–655, ago. 2010.

SITJA, G. **Controle Integrado da Produção e Qualidade com Foco na Redução de Perdas com o auxílio de BIM**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015.

SOMMER, L. **Contribuições para um método de identificação de perdas por improvisação em canteiros de obras**. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

SUKSTER, R. **A integração entre o sistema de gestão da qualidade e o planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Trabalho de conclusão – Curso de Mestrado Profissionalizante em Engenharia: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2005.

TEICHOLZ, P.; GOODRUM, P. M.; HAAS, C. T. U.S. Construction Labor Productivity Trends, 1970–1998. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 127, n. 5, p. 427–429, out. 2001.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

GESTÃO LOGÍSTICA EM EMPRESAS ENGINEER-TO-ORDER DE PRÉ-FABRICADOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

TREVISAN, Guilherme dos Santos (1); FORMOSO, Carlos Torres (2)

(1) e-mail: eng.trevisan@gmail.com (2) UFRGS, (51) 3308-3486, e-mail: formoso@ufrgs.br

RESUMO

Sistemas pré-fabricados tem sido uma alternativa utilizada por muitas empresas a fim de se adaptarem a crescente demanda da construção civil. Entretanto esses ganhos têm sido relativamente pontuais, não impactando de forma significativa no montante final dos empreendimentos. Nesse contexto, a gestão logística desempenha um papel crucial para a eficiência e redução do lead time do empreendimento, sendo apontado por grande parte da indústria como um setor pouco eficaz. Em ambientes engineer-to-order (ETO), o ponto de desacoplamento para o início do projeto está ligado ao pedido do cliente, feito conforme as suas necessidades. Isso gera uma grande diversidade entre projetos, fazendo com que a questão logística seja vista como de difícil resolução, devido às suas características singulares. Existem poucos estudos que abordam o aspecto da gestão logística nesse meio, sendo muito voltados a aplicações pontuais. Dessa forma, o trabalho busca desenvolver uma análise dos processos logísticos correlacionados (fábrica, estocagem, carregamento e expedição) em uma empresa de pré-fabricados metálicos. Foram desenvolvidas ferramentas como a padronização do planejamento das cargas, modificação dos locais e formas de carregamento e dispositivos para puxar a produção, reduzindo estoques no pátio e em obra. Além disso, serão implementados indicadores integrados de desempenho que acarretem em uma maior transparência e sincronização dos processos. O estudo utiliza a metodologia do design science research. Serão feitos um estudo exploratório e dois estudos empíricos em obras da empresa e paralelamente uma análise do setor logístico da fábrica. Assim busca-se desenvolver estratégias que possam auxiliar na integração dos processos internos, diminuindo os tempos de ciclo de fabricação, carregamento, e por conseguinte dos empreendimentos, trazendo maior confiabilidade e a satisfação ao cliente final.

Palavras-chave: Gestão Logística, Engineer-to-order, Pré-fabricado.

ABSTRACT

Prefabricated systems have been an alternative used by many companies in order to adapt themselves to the increasing demand in the construction industry. However, these gains tend to be very small, with no impacts on the final results of the project. In this context, the logistics management develops an important role for the efficiency and the lead-time reduction of the project, having been pointed as a very inefficient sector by the major part of the construction industry. In engineer-to-order systems, the decoupling point to the begging of the project is related to the client request, in the design phase. The diversity among projects generates an increase of the complexity, where the logistics question is considered a key factor. Few researchers were focused on the resolution of the logistics management in this environment, and most of them have analyzed its applications to punctual cases. For these reasons, this research intends to better understand the internal logistic process (factory, inventory, loading and shipment) in a steel pre-fabricator company. The study aims to develop practices as the standardization of the loading plan, modifying and triggers to push the production. All these practices aimed to reduce the inventory in the factory and in the sites. Furthermore, integrated performance indicators will be developed for improving the transparency and the synchronization among the internal sectors. The research method used was the design science research. The research will develop one exploratory and two empirical studies in projects of the company and, at the same time, an internal analyze on the logistic sector will be made. Therefore, the research is focused on the development of guidelines to assist the logistics management and improve

the integration between the internal sector for decreasing the internal lead-time in order to improve the service to the final customer.

Keywords: *Logistics Management, Engineer-to-order, prefabrication.*

1 INTRODUÇÃO

Com uma média de crescimento de 4,3 % ao ano do setor, nos últimos dez anos, as empresas de construção civil tem procurado métodos construtivos que diminuam cada vez mais o tempo de construção. Dessa forma, a industrialização e a pré-fabricação surgem como alternativas para solucionar essa demanda.

Koskela (2000) aponta que a maior causa de falhas no uso da pré-fabricação é a sua implementação em processos pontuais, tipicamente caracterizando um processo focado na atividade de conversão, com isso os ganhos, em termos de tempo e custo, tendem a ser muito pequenos, considerando o pouco esforço despendido para coordenação dos fluxos de trabalho. Uma gestão eficaz entre as unidades de produção (projeto, manufatura, logística e obra), em empresas de pré-fabricados, é um fator importante para se obter vantagens competitivas e melhoria das operações (Briscoe e Dainty, 2005)

O presente estudo irá abordar empresas engineer-to-order (ETO), onde o início da customização acontece na fase de projeto, após confirmação da ordem do cliente, sendo denominado como Ponto de Desacoplamento da Ordem do Cliente (Gosling and Naim, 2009). Segundo Gosling e Naim (2009), esses ambientes possuem alto grau de customização, com projetos especificados para atender estruturas temporárias, focados no atendimento da obra. Isso acaba por aumentar a incerteza e a complexidade envolvida para o gerenciamento dos processos.

No contexto de pré-fabricados, a gestão logística torna-se essencial para ganho de competitividade garantindo o curto prazo do projeto. Muitos estudos (Cus-Babic et al., 2014; ALA-RISKU e KÄRKKÄINEN, 2006; Matt et al, 2014; TOMMELEIN, 1998; SARKER et al., 2011) tem procurado melhorias para gestão logística, explorando a transparência, sincronização e integração entre os macroprocessos: Obra - responsável pela estocagem das peças no canteiro e sua correta instalação; Logística - tendo que embarcar e montar cargas seguras para viagem, sem defeitos de qualidade para que possam ser montadas, no prazo correto e com a quantidade ideal para reduzir estoques em obra e na fábrica; Fábrica - produzindo peças que atendam às necessidades de obra, conforme as especificações de projeto e no prazo programado.

Entretanto a literatura busca solucionar problemas logístico para casos específicos, focando em melhoria dos processos para a logística de um projeto. Gosling e Naim (2009) destacam que são conhecidos poucos trabalhos que discutam a estrutura da cadeia em ambientes ETO. O grande desafio se torna em desenvolver formas de melhorar a gestão logística e entrega para múltiplas obras, mantendo estoques baixos, tanto na fábrica como no canteiro, e aumentando a confiabilidade e flexibilidade dos processos, permitindo mudanças na ordem do pedido a curto-prazo.

Trabalhos realizados anteriormente na empresa identificaram que a logística, quando bem gerenciada, desempenha um papel fundamental para aumento da produtividade em obra e redução do tempo de ciclo dos empreendimentos.

Assim, a presente pesquisa dará continuidade aos estudos nessa empresa ETO de pré-fabricados metálicos. O objetivo é propor um método para melhorar a gestão logística, através da sincronização e integração dos processos da cadeia em ambientes ETO de

pré-fabricados. Dessa forma, o estudo irá buscar responder as seguintes questões: que processos ou ferramentas podem ser desenvolvidos para auxiliar no processo de integração e sincronização da cadeia; E quais indicadores de desempenho e controle podem ser desenvolvidos para auxiliar no processo de tomada de decisão da logística?

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Sistema de produção Engineer-to-order

Ambientes enginner-to-order fornecem um alto grau de customização do produto em volumes pequenos, com o objetivo de atender as especificações do cliente (Hicks et al., 2001). Uma consequência disso é o pouco conhecimento sobre o que produzir e ordenar até que a ordem do cliente esteja pronta e as definições de projeto tenham começado (Bertrand e Muntslang, 1993). Em muitos projetos, a construção começa sem que o projeto tenha sido totalmente detalhado e as especificações de peças definidas, aumentando a incerteza, que se manifestará muitas vezes na fase de execução em obra. (Tommelein, 1998; Bertrand e Muntslang, 1993). Bertrand e Muntslang (1993) e Williams (1999) apontam que esses projetos são definidos pela grande complexidade envolvida, que pode ser gerada por aspectos estruturais e/ou por incertezas.

A complexidade estrutural está relacionada com as duas dimensões de fluxos: o físico, constituído pela produção, transporte e montagem; e o não-físico constituído pelo projeto e engenharia. A correlação entre esses é um fator muito importante para a efetividade do projeto (Bertrand e Muntslang, 1993). É importante destacar que o grande volume de peças pré-fabricadas e a inter-relação entre elas gera um aumento da complexidade estrutural também. O aspecto da incerteza está relacionado ao volume de projetos simultâneos, sendo esses em diferentes momentos de execução, e a grande quantidade de agentes envolvidas em cada projeto que podem ter objetivos conflitantes (Williams, 1999).

Devido a esse ambiente, o planejamento e controle tornam-se mais complexos e difíceis em empresas ETO, sendo prática comum as mudanças no planejamento durante o progresso da construção. Matt, Dallasega e Rausch (2014) salientam que a sincronização entre macroprocessos é essencial para que projetos pré-fabricados tenham sucesso no seu planejamento.

2.2 Problemas logísticos relacionados a empresas Engineer-to-order de pré-fabricados na construção civil

Matt, Dallasega and Rauch (2014) comentam que, tradicionalmente, em empresas ETO a parte da cadeia responsável pela fabricação encontra-se desconectada da montagem. As razões elencadas são a falta de um planejamento confiável e uma comunicação pobre entre as partes envolvidas nesse processo. Dessa forma, a fábrica e o setor logístico devem ser planejadas de forma a serem compatíveis com o planejamento em obra (Cus-Babic et al., 2014).

Um fator competitivo chave para empresas ETO é a performance do seu serviço de entrega (Hicks et al., 2001), sendo necessário um alinhamento dos setores (fábrica/logística/obra) para atender os prazos planejado. Os atrasos na entrega tendem a causar significativos custos provenientes dos equipamentos e mão-de-obra parados. Da mesma forma, a produção e envio antecipados tendem a aumentar os custos de estoque, a complexidade de manipulação de peças em obra e afetam seriamente outros projetos

da empresa, que deixam de receber peças em decorrência dessa priorização da fábrica (Cus-Babic et al., 2014).

Fearne e Fowler (2006) ressaltam que a maioria dos indicadores de desempenho, do setor logístico, se baseiam em aspectos comerciais (exemplo: ton/caminhão). Sendo comum a tentativa de otimização das cargas para melhorar os resultados da área desconsiderando as necessidades em obra,. Essa otimização fragmentada tornou-se prática comum em ambientes de pré-fabricados, o que afeta o fluxo a jusante, sendo a obra responsável por corrigir e adaptar as incompatibilidades decorrentes do processo (Tommelein, 1998).

Em projetos rápidos, como é a proposta dos pré-fabricados, o ganho pela diminuição do tempo, acaba sendo perdida se o processo logístico não conseguir ser eficaz (Pheng e Chuan, 2001). Dessa forma, o presente estudo tentará buscar formas de aprimorar a gestão logística em empresas ETO de pré-fabricados.

3 MÉTODO DA PESQUISA

O método de pesquisa utilizado será o Design Science Research que tem como objetivo o desenvolvimento de um artefato que possa auxiliar na resolução de problemas reais (Holmstrom et al., 2009). O artefato desenvolvido é um método para planejamento e controle de cargas para a melhoria da gestão logística em empresas ETO de pré-fabricados.

Devido ao caráter de interação do pesquisador com o contexto da organização e os ciclos de aprendizado, a pesquisa possui traços de uma pesquisa-ação (Sein et al., 2011). Cole et al. (2005) relatam que as duas pesquisas possuem diversos traços em comum na sua essência. Devido a esse contexto, Sein et al. (2011) sugerem uma action design research, que teria os princípios do design, devendo solucionar uma classe de problema e como resultado uma solução inovadora para ela.

Na figura 1, é possível visualizar o delineamento da pesquisa. A etapa exploratória, envolveu a aplicação de uma ferramenta previamente desenvolvida para planejamento das cargas. Foram realizados 7 planos de carga para a obra e 6 visitas (8 horas/dia) ao setor logístico da empresa nesse período, realizando entrevistas não-estruturadas e observação direta.

Na etapa 1, buscou-se aplicar a ferramenta, com as restrições identificadas, a um novo projeto da empresa, sendo realizado 14 planos de carga e mais 9 visitas ao setor logístico. Nessa fase, foi desenvolvido um método para aplicação do plano de carga. Com a aplicação dessa ferramenta, foram identificadas melhorias nos processos de carregamento das linhas de produção (treliça e estruturas principais).

Com isso, a etapa 2, consistiu no desenvolvimento e adaptação da ferramenta para um novo contexto de carregamento nas linhas de montagem. Esse processo foi estudado de forma específica para as duas linhas de produção. Essa fase contou com mais 8 visitas à fábrica em Nova Bassano.

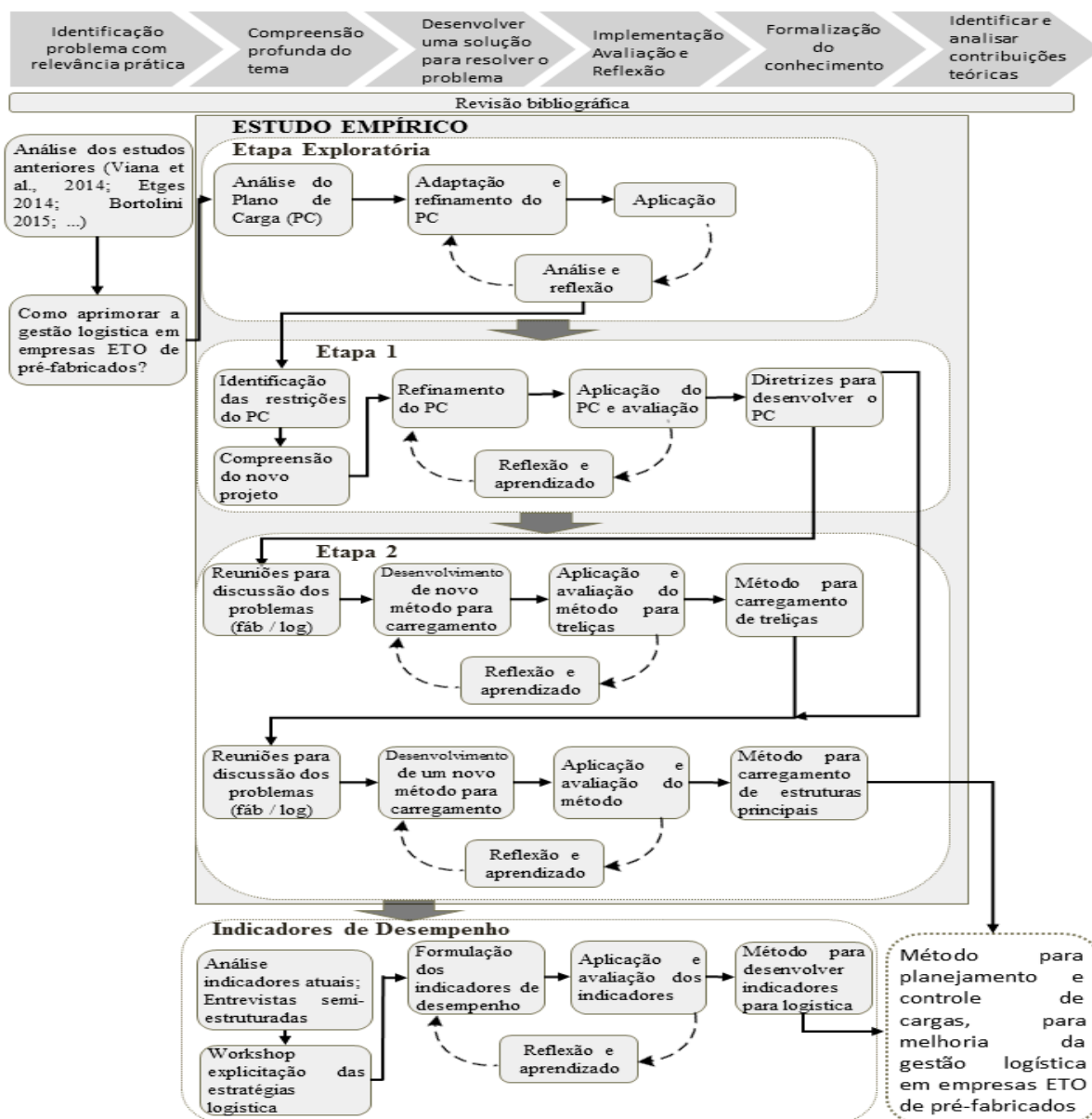
A última etapa do trabalho, consistirá na formulação de indicadores de desempenho mais adequados ao setor logístico. Dessa forma, durante as outras fases alguns indicadores foram monitorados pelo pesquisador e outros serviram de base para a análise das melhorias. Assim, foram feitas entrevistas semiestruturadas com 4 pessoas da empresa (os coordenadores de: logística, inovação e engenharia; e um engenheiro da melhoria contínua), para identificação das estratégias da área. Essas estratégias foram

analisadas, através de um mapa de explicitação de estratégia em um workshop, com outros pesquisadores, que haviam realizado pesquisas na empresa. Esse mapa será posteriormente discutido em um workshop com o setor logístico e os novos indicadores de desempenho selecionados pelo pesquisador serão discutidos e avaliados. Com os conhecimentos adquiridos nas 4 etapas do processo, será desenvolvido um conjunto de diretrizes buscando a melhoria da gestão logística em empresas ETO de pré-fabricados.

3.1 Descrição da empresa

A empresa em estudo é a maior empresa de estruturas metálicas do Brasil, com mais de 2000 funcionários e 3 plantas de fabricação (Nova Bassano/RS, Chapecó/SC, Serra/ES) e aproximadamente 200 projetos simultâneos. As fases do empreendimento que ela se responsabiliza podem ser: projeto e engenharia, fabricação, logística e montagem. Desde 2006 a empresa tem experimentado grandes mudanças no processo de produção e na cultura da empresa com relação a implementação da filosofia Lean de produção.

Figura 1 – Delineamento da pesquisa



O estudo está sendo realizado na planta de Nova Bassano onde estão localizadas as áreas de projeto, engenharia, fabricação dos elementos pré-fabricados e logística. A área de logística, que será o foco do presente trabalho, é responsável pela estocagem das peças no canteiro da fábrica, seleção das peças para carregamento e expedição das cargas para as obras da empresa.

A construção dos empreendimentos é dividida pela empresa em lotes menores, chamados de etapas da obra. Cada etapa possui uma série de sub-etapas (Pep's), que formam o todo do empreendimento (Chumbação, Treliças, Estrutura principal, escadas, telhas de cobertura, telha de fechamento, calhas, lanternim, zenitais e venezianas).

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Com as visitas realizadas a empresa foi possível analisar que a fábrica era focada em processo de transformação, sendo suas metas voltadas para quantidade de peso que deveria ser produzido. Era comum a produção de muitas sub-etapas ao mesmo tempo, com objetivo de otimizar as máquinas e produzir as peças mais pesadas antes, para atingir as metas. Essa ação acabava por aumentar o estoque (Work-in-progress) no pátio da fábrica e aumentava os lead-time para produção de uma sub-etapa, pois as peças mais leves que iriam completar a sub-etapa só ficariam disponíveis em um período maior.

Da mesma forma, não havia o alinhamento entre o que havia sido produzido com o que era necessário para as obras. Com objetivo de tentar impedir o aumento do WIP, a empresa colocou uma trava que a logística só poderia começar a carregar um sub-etapa se o material estivesse 99% disponível no pátio. Assim enquanto a fábrica trabalhava com meta de toneladas, a logística era medida pela quantidade de sub-etapas que conseguia embarcar. Torna-se claro o desalinhamento entre os objetivos e metas dos setores.

Como as peças ficavam estocadas em cavaletes no pátio, o processo de carregamento, para montagem das cargas, era feito na doca, sendo muito ineficiente. A média de espera dos caminhões no pátio da empresa era de 72 horas (junho/2014). Assim nesse contexto, a logística tinha que gerenciar grandes estoques de elementos pré-fabricados no pátio (4000 toneladas em outubro), sendo difícil a sua organização e localização no pátio. Devido a pressão para redução de estoque, ela expedia para obra o que havia sido produzido pela fábrica e não o que seria necessário para obra. Dessa forma, foi possível identificar que grande parte dos problemas logístico não decorriam apenas do setor e sim dos outros setores da cadeia produtiva.

4.1 Resultados preliminares

O desalinhamento com a obra, fez com que no estudo exploratório fosse aplicado uma ferramenta (plano de carga) para planejamento das cargas e atendimento das necessidades da obra. Foi selecionada uma obra próxima a fábrica (Bento Gonçalves/RS) e priorizou-se o planejamento da sub-etapa de estrutura principal, por ser a mais complexa devido à variedade de tamanho e peso das peças. Assim, como parte da aplicação da ferramenta, foi realizado uma reunião com o engenheiro da obra e definidos os planos de ataque e os componentes necessários para cada fase da obra. Na sequência as peças principais foram desenhadas em 2D no CAD e dispostas em

camadas. Esses planos eram comunicados para a logística e o engenheiro da obra, alinhando-se as necessidades da obra.

Através das reuniões com o coordenador, os líderes da logística e responsáveis pelo carregamento na doca, foi possível definir as principais restrições da ferramenta, que servirão para a padronização do processo de carregamento (Tabela 1).

Tabela 1. Restrições para o processo de planejamento das cargas

Dimensão		Peso	
Restrição	Justificativa	Restrição	Justificativa
Peças com maior comprimento devem permanecer nas camadas inferiores.	Uma peça com maior comprimento sobre outra com menor pode causar desestabilidade e riscos a segurança.	O peso por camada deve ser analisado (peças mais pesadas nas camadas inferiores).	O centro de gravidade próximo ao solo aumenta a estabilidade da carga.
Evitar peças em balanço.	O balanço pode causar a ruptura por cisalhamento das peças.	A centralização do peso dentro de cada camada deve ser considerada.	Essa centralização do centro de gravidade ajuda a prevenir tombamentos.
A disposição das colunas e vigas deve ser pensado primeiro do que as peças secundárias.	As peças secundárias devem ser dispostas de modo a melhorar a fixação das peças principais (Mais pesadas).		
Colunas e vigas com a mesma altura lateral devem estar dispostas na mesma camada.	Aumenta a estabilidade para camada superior e diminui o tempo para colocação das madeiras, que separam cada camada.		

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Com essas informações e análises que vêm sendo executadas no setor logístico serão propostas modificações no processo interno da logística. Serão identificados e testados as possíveis modificações para o processo de carregamento e os impactos nos outros macroprocessos. Assim como, as possibilidades de redução da movimentação interna, do uso de equipamentos e do tempo de caminhão no pátio. Da mesma forma, buscar-se-á definir um lote ideal de trabalho, para que a logística e fábrica trabalhem e quantifiquem as suas operações segundo uma mesma visão, promovendo assim o alinhamento das informações. Complementando o trabalho, serão avaliados e desenvolvidos novos indicadores para suporte e controle a tomada de decisão do setor logístico.

Com isso, o objetivo final será desenvolver diretrizes para a melhoria da gestão logística em empresa ETO de pré-fabricados e propor um método para planejamento e controle

de cargas. O trabalho consistirá em utilizar a logística de maneira mais estratégica, desempenhando um papel fundamental para o processo de sincronização das operações da cadeia de produção. As explicações com relação a esse processo serão melhor explicadas durante a apresentação do trabalho. Como uma contribuição mais ampla se buscará desenvolver diretrizes que possam ser implementadas no setor logístico de empresas de pré-fabricados, do tipo ETO.

REFERÊNCIAS

- ALA-RISKU T.; KÄRKKÄNEN M.; Material delivery problems in construction projects: A possible solution. **International Journal of Production Economics**. v.104, p. 19 – 29, 2006.
- BERTRAND J. W. M.; MUNTSLAG, D. R. Production control in engineer-to-order firms. **International Journal of Production Economics**, v. 30. P. 3-22, 1993.
- BRISCOE G.; DAINTY A. Construction supply chain integration: an elusive goal? **Supply Chain Management: An International Journal**, v. 10 Iss 4, p. 319-326, 2005.
- COLE, R.; PURAO, S.; ROSSI, M.; SEIN M., Being Proactive: Where Action Research Meets Design Research. **ICIS 2005 Proceedings**. Paper 27, 2005.
- CUS-BABIC N.; REBOLJ D.; NEKREP-PERC M.; PODBREZNIK P. Supply-chain transparency within industrialized construction projects. *Computer in Industry*, v. 64, p. 345-353, 2014.
- FEARNE A.; FOWLER N. Efficiency versus effectiveness in construction supply chains: the dangers of “lean” thinking in isolation, *Supply Chain Managements: An International Journal*, V. 11, Iss 4, p. 283 – 287, 2006.
- GOSLING, J.; NAIM, M. M. Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. **International Journal of Production Economics**, v. 122(2), p. 741-754, 2009.
- HICKS C.; MCGOVERN T.; EARL C.F., A typology of UK engineer-to-order companies, **International Journal of Logistics: Research and Applications**, v. 4, n° 1, 2001.
- HOLMSTROM, J.; KETOKIVI, M.; HAMERI, A., Bridging practice and theory: A design science approach, **Decision Sciences**, v.40, n.1, 2009.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.
- MATT D., DALLASEGA P., RAUCH E. Synchronization of the Manufacturing Process and On-Site Installation in ETO Companies, **47th CIRP Conference on Manufacturing Systems**, 457-462, 2014.
- PHENG L. S.; CHUEN C.J.; Just-In-Time Management of Precast Concrete Components **Journal of Construction Engineering and Management**. v. 127, p. 494-501, 2001.
- SEIN M. K.; HENFRIDSSON O.; PURAO S.; ROSSI M.; LINDGREN R. Action Design Research, **MIS Quarterly**, v.35, n°1, p. 37-56, 2011.
- TOMMELEIN, I. D. Pull-drive scheduling for pipe-spool installation of lean construction technique. **Journal of Construction Engineering and Management**, 124(4), p.279-288, 1998.
- WILIAMS, T. M. The need for new paradigms for complex projects. **International Journal of Project Management**, v.17, p.269-273, 1999.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

USO DE VEÍCULO AÉREO NÃO TRIPULADO (VANT) PARA INSPEÇÃO DE LOGÍSTICA EM CANTEIROS DE OBRA

MELO, Roseneia Rodrigues Santos de (1); COSTA, Dayana B. (2)

(1) e-mail: roseneia.engcivil@gmail.com (2) Universidade Federal da Bahia, (71) 3283-9731, e-mail: dayanabcosta@gmail.com.

RESUMO

Nas últimas décadas, a indústria da construção civil tem passado por importantes evoluções, entretanto observa-se uma lenta inserção de tecnologia emergente como dispositivos móveis. Uma destas tecnologias é o Veículo Aéreo Não Tripulado (VANTs), em inglês *Unmanned Aerial Veicheles* (UAV), também conhecidos como drones, tendo sua aplicação inicial na área militar, e recentemente vem sendo adotado em outras indústrias, como na agricultura. Na construção civil, o seu uso ainda é limitado, principalmente para suporte na gestão de obras. A presente proposta de dissertação tem como objetivo investigar de forma exploratória o uso de VANTs, como ferramenta visual para inspeção de elementos de logística de canteiro, além da contribuição deste dispositivo para apoio na tomada de decisão e melhoria deste processo. O método de pesquisa proposto envolve o estudo de caso, com as seguintes etapas: definição de tarefas gerenciais relacionada a logística do canteiro passíveis de serem inspecionadas por VANTs, validação destas tarefas por meio de entrevistas com profissionais envolvidos com esta inspeção e de voos com o VANT, revisão e aprimoramento das tarefas gerenciais e protocolo de coleta de dados, coleta sistemática de dados em canteiros de obra, e avaliação do uso dos ativos visuais para melhoria da logística do canteiro. Como contribuição, pretende-se disseminar a tecnologia de VANTs, identificar benefícios e barreiras do uso desta tecnologia na construção, bem como estabelecer um protocolo para coleta de dados de elementos logísticos usando este dispositivo.

Palavras chaves: Construção Civil; Logística; Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT).

ABSTRACT

Over the last few decades, construction industry has undergone significant changes, however there has been an apathetic insertion of emerging technology such as mobile devices. Unmanned Aerial Vehicle (UAV), also known as drones, is one such technology, having its initial employment in the military field and more recently in the agricultural industry. In construction area its use still is restrained, mainly to assist on construction management. The proposed dissertation aims to investigate in an exploratory way the use of UAVs as a visual inspection tool for construction sites logistics, besides the aid in making decision and improvement this gadget can provide to the process. The research method proposed involves a study case with the following steps: definition of executive tasks related to the sites' logistics likely to be inspected by UAVs, validation of these tasks by interviewing professionals involved with this inspection and flights with UAVs, review and enhancement of management tasks and data collection protocol, systematic data collection on construction sites, and evaluation of the use of visual assets for logistics improvement on site. Disseminate UAVs technology, determine benefits and barriers to its use, as well as establish a protocol for data collection of logistics' elements using it are intended as this dissertation contribution.

Keywords: Civil Construction; Logistics; Unmanned Aerial Vehicle (UAV).

1 INTRODUÇÃO

A indústria da construção civil a fim de se manter competitiva no mercado tem buscado soluções que proporcionem a redução dos custos de produção e aumento do padrão de qualidade dos seus produtos. Jarkas e Bitar (2012) afirmam que apesar dos avanços tecnológicos, a abundância de materiais de construção, ferramentas e meios financeiros disponíveis, a maioria dos projetos ultrapassam significativamente seus orçamentos.

Portanto, dentre os problemas enfrentados pela construção civil à falta de organização e planejamento dos canteiros de obra tem ocasionado imensuráveis prejuízos, em especial pela ineficiência dos processos de logística e segurança do trabalho. Saurin (1997) aponta que a negligência das obras quanto ao planejamento do canteiro acarreta em falhas no cumprimento de prazo, aumento custo, além de comprometer a qualidade dos produtos e segurança.

Diante desse contexto, Hissam e Terrence (2001) observa a necessidade de ferramentas de simulação que auxiliem em um melhor gerenciamento do canteiro, a fim de proporcionar uma melhor otimização do espaço e de segurança. Nos últimos anos, as ferramentas e software que executam representações visuais 3D ou 4D (modelos integrados ao planejamento) em diferentes instantes de tempo têm-se desenvolvido no mercado da construção, no entanto, a adoção dessas tecnologias ocorre de forma muito tímida pelo setor (CHAU *et al.*, 2014). Apesar da contribuição dos softwares de representações visuais no planejamento, poucas ferramentas possibilitam a visualização do acompanhamento da obra em tempo real, dificultando as ações de inspeção de segurança e logística.

Notícias recentes oriundas de jornais e sites em nível nacionais e internacionais revelam que os VANTs (Veículo Aéreo Não Tripulado) podem dar suporte em diversas atividades de construção de forma rápida e eficiente e com menor custo. Os Veículos Aéreos não Tripulados (VANTs), popularmente conhecidos como drones e em inglês denominado como *Unmanned Aerial Vehicles/Systems* (UAV/UAS), significa toda aeronave projetada para operar sem piloto a bordo e que não seja utilizada para fins meramente recreativos (Agência Nacional de Aviação Civil - ANAC, 2012). Inicialmente, os VANTs foram utilizados para fins militares, no entanto, seu uso está tornando-se cada vez mais atraente para aplicações comerciais e governamentais locais devido ao enorme potencial de monitoramento e inspeção (GIUFFRIDA, 2015).

De acordo com a literatura alguns estudos mostram a aplicação dos ativos visuais dos VANTs na engenharia civil, como aerofotogrametria, mapeamento de áreas de riscos, montagem de estrutura metálica, monitoramento e controle de tráfego e manutenção de estradas e rodovias (MITISHITA *et al.*, 2014; THEMISTOCLEOUS *et al.*, 2014; ALEJO *et al.*, 2014).

Entretanto, apesar dos avanços com a utilização dos VANTs na engenharia civil, a literatura revela a existência de uma lacuna quanto ao uso dos ativos visuais coletados a partir dos VANTs para apoiar no monitoramento de tarefas gerenciais, tais como avanço físico, logística de canteiro, bem como inspeção de qualidade e segurança (SIEBERT; TEIZER, 2014).

Desta forma, o estudo proposto se justifica pelo caráter inovador do uso de uma tecnologia emergente, mas que carece de estudos sistemáticos sobre as suas possíveis aplicações, benefícios e dificuldades de uso na construção civil, em especial para gestão de obras, de modo a disseminar o seu uso com segurança e eficiência. O foco em segurança e logística de canteiro decorre do fato destas duas atividades serem críticas na

obra e que muitas tarefas relacionadas às mesmas necessitam de uma visão mais ampla ou estão situadas em locais de difícil acesso às pessoas, que podem, por sua vez, serem alcançados pelos VANTs.

O presente projeto tem como objetivo geral desenvolver diretrizes para uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANTs) para monitoramento de obras, com foco em segurança e logística de canteiro, além de identificar fatores chaves de sucesso e barreiras para o uso dos VANTs para monitoramento de obras e modelagem 3D.

2 VEÍCULOS AÉREOS NÃO TRIPULADOS (VANTS)

O Sistema Aéreo Não Tripulado (UAS) é composto por uma estação de controle portátil para operação humana, podendo ser equipado com vários sensores, tais como, câmeras, infravermelho, radar, GPS ou outros dispositivos de comunicação especializado. Dentre os benefícios do uso do VANTs tem-se a capacidade de transferir dados em tempo real entre o VANT e a estação de controle, além de realizar voos mais rápidos, seguros e com um baixo custo quanto comparado a aeronaves tripuladas.

Segundo Siebert e Teizer (2014) o avanço dos VANTs se dá devido ao baixo custo, agilidade de coleta e processamento, facilidade de manobra das aeronaves, e ao eficiente sistema de captura de imagem. Atualmente no mercado existem dois tipos de VANTs, a diferença entre eles é basicamente o sistema aerodinâmico, podendo ser em asa fixa ou rotativa (Figura 1).

Figura 1: (a) VANT com quatro asas rotativas (quadricóptero); (b) modelo com asa fixa produzido pela AGX denominado VANT Arara.



O de asa rotativa se assemelha a um helicóptero ou multirotor, usualmente são aeronaves compactas, de fácil operação e menor custo, sua estrutura permite voos com melhor estabilidade. Por outro lado, o de asa fixa apresentam variados tamanhos de acordo com a funcionalidade, sendo que os de pequeno porte podem apresentar elevada susceptibilidade aos ventos fortes (JORGE; INAMASU, 2014).

A regulação quanto ao uso dos VANTs para fins civis está sendo amplamente discutida em todo o mundo, no entanto os avanços estão retraídos na maioria dos países. A França se destaca por possuir regulamentação específica para o uso comercial dos VANTs, onde o operador necessita realizar teste para comprovar a capacidade teórica, e para voos longos é necessário retirar a licença de piloto. Atualmente, nos EUA o uso comercial do UASs é permitido apenas mediante autorização especial da Administração de Aviação Federal (FAA), denominado de Certificado de Autorização (COA) (Federal Aviation Administration, 2015).

No Brasil, as atividades de aviação comercial são reguladas e monitoradas pela ANAC (Agência Nacional de Aviação Civil), que foi criada em 2005 pelo governo brasileiro pela Lei 11.182/2005 (BRASIL, 2005). De acordo com a Agenda Regulatória da ANAC, tópico 6, Regulação sobre a certificação e monitoramento regular das operações

de VANTs, definidas no documento 2.852 de 30 Outubro de 2013, a operação comercial está pendente, indicando o estabelecimento desta regulação para 2015 (ANAC 2013). A operação experimental com uso do VANTs, incluindo pesquisa e desenvolvimento, levantamento de mercado e treinamento de pilotos, demanda autorização específica da ANAC de acordo com a Instrução Suplementar IS N. 21-002, Revisão A 2012 (ANAC 2012). Para fins recreativos, os VANTs podem ser considerados como aero modelos ou um brinquedo. Neste caso, a Regulação N. 207 de 7 de Abril de 1999 (BRASIL 1999), estabelece regras de operação que inclui limite de elevação dos VANTs até 400 pés do solo, sendo proibida a operação perto de aeroportos.

Na construção civil os avanços de pesquisa com VANTs ainda é introdutório, no entanto estudos recentes demonstram crescimento da aplicação quanto a atividades de monitoramento e inspeção. O estudo realizado por Mitishita *et al.* (2014) utiliza as imagens aéreas capturada por VANT para monitoramento de área rural através da geração de ortoimagens. Morgenthal e Hallerman (2014) utilizaram os ativos visuais para a detectar danos em estruturas, no qual os resultados obtidos através das imagens possibilitou detectar pequenas fissuras garantindo melhor confiabilidade nos reparos. Zhang e Elaksher (2012) propõe o monitoramento de estradas não pavimentadas a partir de imageamento com VANT, constatou-se que as imagens obtidas apresentaram bons resultados para avaliar as condições das estradas. Themistocleous *et al.* (2014) demonstra a utilização dos VANTs para monitoramento, avaliação de danos e manutenção de pavimentos rodoviários, cujo benefício vai além da redução dos custos, influenciando na sustentabilidade e impacto ao meio ambiente. Eschmann *et al.* (2012) realizaram inspeção visual em edifícios por meio de imagens capturadas por VANT, na qual foi possível a obtenção de detalhes de danos e fissuras em escala milimétrica devido à alta resolução das imagens. Irizarry *et al.* (2012) buscou explorar o potencial tecnológico dos VANTs a fim de melhorar as práticas de construção e, em especial, facilitar as inspeções de segurança do canteiro de obras.

2.1 Logística e Segurança

Lehtonen (2001) logística é um processo de gestão estratégica que compreende as atividades de aquisição, movimentação e armazenagem de materiais, onde quando bem executadas contribuem para a melhoria da produtividade na construção civil.

Na construção civil, a segurança do trabalho está diretamente associada à logística do canteiro, entretanto durante a etapa de planejamento observa-se a dificuldade de associar as atividades de logística com a segurança do trabalho, usualmente os requisitos de segurança são trabalhados de forma independente da gestão da produção (SAURIN, 1997). De acordo com o referido autor, o processo de planejamento do canteiro busca por meio da otimização do espaço físico disponível proporcionar um ambiente seguro e mais eficiente para o desenvolvimento das atividades.

Hissam e Terrence (2001) destacam que os acidentes ocorridos devido à queda de objetos, ou envolvendo veículos e equipamentos em canteiros estão na maioria das vezes relacionados com o mau uso dos espaços e que poderiam ser reduzidos ou evitados através da organização do canteiro. Toole (2002) discute que muitos acidentes são ocasionados devido a falhas ou desvios no comportamento individual dos funcionários, entretanto, especialistas afirmam que os acidentes são evitáveis e que é resultado de um processo de gestão ineficiente.

Dentre os procedimentos de segurança mais usuais, se enquadra a realização de inspeções no canteiro a fim de constatar as condições do ambiente na qual os trabalhos

estão sujeitos. Normalmente essas inspeções utilizam como base as normas regulamentadoras de segurança para a avaliação dos critérios exigidos (IRIZARRY *et al.*, 2012). Toole (2002) afirma que a importância da observação, onde, a visualização das condições do ambiente de trabalho e da interação direta com os funcionários são fatores chave para a prevenção de acidentes.

Irizarry *et al.* (2012) descreve que o processo de inspeção de segurança na construção civil segue três características: ser frequente, observação direta e interação direta com os funcionários. Ou seja, o gestor de segurança necessita realizar diariamente observações caminhadas ao longo do canteiro, a fim de verificar as atividades de acordo com critérios de segurança, entretanto, o tamanho do canteiro e a quantidade de atividades a serem observadas influem no tempo gasto para a avaliação. Por fim, a interação direta possibilita um maior contato com os funcionários, favorecendo a ocorrência de feedback com o objetivo de criar um ambiente de trabalho seguro.

Visto que na maioria dos canteiros há uma grande demanda de atividades que ocorrem simultaneamente, uma enorme quantidade de tempo é dispendida para a realização do acompanhamento e inspeção das atividades. De modo a suprir essa carência de forma ágil e eficiente, os recursos visuais provenientes da utilização de VANTs apresentam grande potencial ainda inexplorável para a execução de tarefas de inspeção de logística e segurança dentro dos canteiros, onde a aeronave seria capaz de fornecer informações em tempo real através de voos realizado na área delimitada pelo canteiro. Através do estudo realizado por Saurin (1997) buscou-se selecionar os elementos localizados na área externa do canteiro e que são passíveis de inspeção visual por meio de VANT, apresentado no Quadro 1, e que poderão ser testados nesta presente pesquisa.

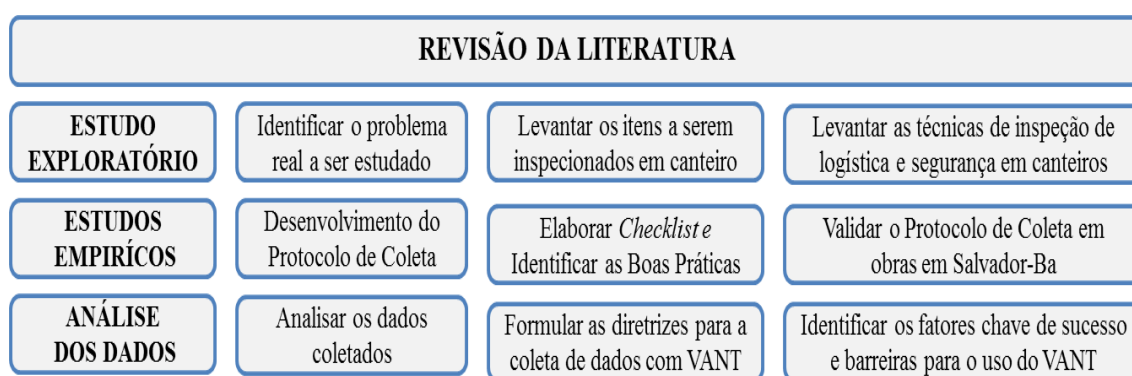
Quadro 1: Elementos a serem inspecionados no canteiro.

Área de Verificação	Itens inspecionados
Instalações Provisórias	Localização das instalações no canteiro; Condições físicas das instalações; Monitoramento das rotas de pessoas e materiais.
Segurança da obra	Proteção contra queda no perímetro dos pavimentos (guarda-corpo e rodapé); Plataforma de proteção (bandeja salva-vidas); Sinalização de segurança; Andaimes suspensos e simplesmente apoiados; Elevadores Cremalheira, Guincho e Grua.
Sistema de movimentação e Armazenamento de materiais	Condições das vias de circulação do canteiro; Monitoramento do tráfego de materiais; Condição de armazenagem dos materiais na área externa (agregados, argamassa, blocos, tijolos, aço, tubos de PVC e etc.)
Gestão dos resíduos sólidos	Disposição, segregação e armazenamento em local adequado; Monitoramento das rotas de saída dos resíduos.
Análise dos impactos na vizinhança	Rotas e trânsito na área externa do canteiro devido a entrada e saída de caminhões; Potencial de poluição de ruas/avenida devido ao descarregamento de materiais (concreto entre outros).

3 MÉTODO DA PESQUISA

A estratégia a ser desenvolvida será *Design Science Research* cujo objetivo se baseia no desenvolvimento e avaliação de artefatos visando resolver problemas do mundo real. Para Lacerda *et al.* (2013), a *Design Science Research* seria responsável por conceber e validar sistemas que ainda não existem, seja criando, recombinação, alterando produtos/processos/software/métodos visando propor soluções para os problemas existentes. Van Aken (2004) argumenta que esta metodologia é aplicada para disciplinas onde a descrição e o entendimento não são suficientes para a resolução dos problemas, sendo necessário desenvolver e testar soluções. A pesquisa será desenvolvida conforme Figura 2.

Figura 2: Delineamento da pesquisa



No decorrer da pesquisa será realizada a Revisão Bibliográfica objetivando identificar o estado da arte sobre Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT), Inspeção e monitoramento de processos gerenciais, Segurança do trabalho, Logística de canteiro de obra, e a partir de então definir as tarefas gerenciais passíveis de serem inspecionadas com o VANT.

A etapa de Estudos Exploratórios visa identificar o problema real a ser estudado para o melhor entendimento sobre como deve ser desenvolvido o uso de VANTs para monitoramento integrado de processos gerenciais em obras com ênfase em logística e segurança. Será desenvolvido estudos exploratórios em obras de Salvador-Bahia, com o objetivo de coletar dados sobre como ocorre o monitoramento e a inspeção de logística e segurança em canteiro.

A etapa de Estudos Empíricos visa à construção do artefato, que no presente trabalho envolve o protocolo de avaliação dos VANTs, incluindo o desenvolvimento de ferramentas e indicadores para apoio no monitoramento com o uso desta tecnologia com ênfase na segurança do trabalho e logística do canteiro, bem como a sua validação em canteiros de obra. Inicialmente serão levantadas as práticas de segurança e logística de canteiro com base nos requisitos dos gestores de segurança de obras. Estas práticas serão levantadas por meio de análise de documentos de *checklist* de segurança e logística de canteiro disponibilizados por obras participantes, além de *checklist* identificados na literatura, bem como entrevistas com gestores de obra e segurança do canteiro. As práticas de segurança levantadas serão validadas por meio de voos experimentais e por meio de entrevistas e reuniões com as equipes de segurança e de obras dos canteiros participantes.

A atividade seguinte envolve a definição do protocolo de coleta de dados, com a ferramenta para coleta das práticas de segurança e logística do canteiro, bem como a definição de um sistema de indicadores que possa avaliar o conteúdo do monitoramento,

bem como a utilidade da tecnologia adotada. A partir do protocolo desenvolvido, serão realizados os estudos para avaliar o uso dos VANTs em obras.

Em paralelo ao estudo de avaliação do uso dos VANTs para o monitoramento de obra, serão realizados Estudos de Modelagem 3D utilizando os VANTs e softwares específicos para modelagem como PIX4D, APS, REVIT-AUTODESK e AUTODESK 3DS a fim de propor soluções de melhorias para as atividades inspecionados em canteiro. Os produtos finais desta etapa são o estabelecimento de diretrizes e a identificação de fatores chaves de sucesso e barreiras para uso dos VANTs para monitoramento das obras.

4 RESULTADOS ESPERADOS DA PESQUISA

No decorrer da pesquisa espera-se o desenvolvimento de diretrizes para o uso de Veículo Aéreo Não Tripulado (VANT) para o monitoramento de obras, com ênfase em logística e segurança. Pretende-se ainda promover a utilização da modelagem 3D das imagens obtidas com os VANTs para tomada de decisões gerenciais. Por fim, identificar os fatores chaves de sucesso e as barreiras para a implantação da tecnologia nas obras para as atividades de gerenciamento, tendo ênfase em segurança e logística.

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Dentre as implicações da pesquisa tem-se o desenvolvimento de uma nova ferramenta para monitoramento do canteiro, especialmente em áreas de difícil acesso dando suporte nas atividades gerenciais através de novas perspectivas de imagens (modelagem 3D, infravermelho, entre outros). Além do aumento do conhecimento na adoção dos drones para realização de atividades gerenciais, redução dos custos e de tempo e aumento da eficiência em atividades de inspeção em canteiros.

6 REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (2013). **Portaria N° 2852, de 30 de Outubro de 2013**. Institui a Agenda Regulatória da ANAC para o ano de 2014. Brasília, DF. Disponível em: < <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/resolucao/2013/RA2013-0279.pdf>>. Acesso em: 14 abr.2015.

Agência Nacional de Aviação Civil (ANAC) (2012). **Portaria n ° 2.031/SAR, de 4 de outubro de 2012**. Instrução Suplementar - IS N° 21-002, Revisão A. Brasília, DF. Disponível em : < <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/IS/2012/IS%2021-002A.pdf>>. Acesso em: 14 abr.2015.

ALEJO, D.; COBANO, J.A.; HEREDIA, G.; OLLERO,A. Collision-Free 4D Trajectory Planning in Unmanned Aerial Vehicles for Assembly and Structure Construction. **Journal of Intelligent and Robotic Systems**. v.73, p.783-795. 2014.

BRASIL. **Portaria DAC 207 de 7 de Abril de 1999**. Estabelece as regras para operação de aeromodelismo no Brasil. Brasília, DF. Disponível em: < <http://www2.anac.gov.br/biblioteca/portarias/port207STE.pdf>>. Acesso em: 14 abr.2015.

BRASIL. **Lei n° 11.182 de 27 de setembro de 2005**. Lei de Criação da Agencia Nacional de Aviação Civil. Diário Oficial da República Federativa do Brasil. Poder Executivo, Brasília, DF. Disponível em: < <http://www.camara.gov.br/sileg/integras/384679.pdf>>. Acesso em: 14 abr.2015.

- CHAU, K.W.; ANSON, M.; ZHANG, J.P. Four-Dimensional Visualization of Construction Scheduling and Site Utilization. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 130, n. 4, 2004.
- ESCHMANN, C.; KUO, C.-M.; KUO, C.-H.; BOLLER, C. (2012). Unmanned Aircraft Systems for Remote Building Inspection and Monitoring. In: SIXTH EUROPEAN WORKSHOP ON STRUCTURAL HEALTH MONITORING.
- JARKAS, A. M.; BITAR, C. G. Factors Affecting Construction Labor Productivity in Kuwait. **Journal of construction engineering and management**, v. 138, n. 7, 2012.
- JORGE, L. A. de C.; INAMASU, R. Y. Uso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em agricultura de precisão. In: BERNARDI, A. C. de C.; NAIME, J. de M.; RESENDE, A. V. de; BASSOI, L. H.; INAMASU, R. Y. (Ed.). Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar. Brasília, DF: Embrapa, 2014. p. 109-134.
- GIUFFRIDA, F. Potential Uses and Considerations Regarding the Use of UAS Technology in Assessment. Inc.: PROPERTY DRONE CONSORTIUM.2015. Disponível em: <http://www.propertydrone.org/docs/Potential_Uses_Considerations_Regarding_UAS_Technology_Assessment.pdf>. Acesso em: 04 mar.2015.
- IRIZARRY, J.; GHEISARI, M.; WALKER, B.N. Usability Assessment of Drone Technology as Safety Inspection Tools. **Journal of Information Technology in Construction**. v.17, p. 194-212. 2012.
- HISSAM, T.; TERRENCE, F. A Simulation Environment for Construction Site Planning. 5TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON INFORMATION VISUALIZATION. London. England, 2001.
- LACERDA, D.P.; DRESCH, A. PROENÇA, A.; JÚNIOR, J.A.V.A. Design Science Research: método de pesquisa para a engenharia de produção. **Gestão e Produção**. v. 20, n. 4, p. 741-761, São Carlos, 2013.
- LEHTONEN, T.W. Performance measurement in construction logistics. **International Journal Production Economics**. v.69, p.107-116, 2001.
- MITISHITA, E.; EDUARDO, J.; GRAÇA, N. de.; CENTELHO, J.; MACHADO, A. O Uso de Veículos Aéreos Não Tripulados (VANTs) em Aplicação de Mapeamento Aerofotogramétrico. XXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE CARTOGRAFIA. Gramado-RS.2014. Anais...
- SAURIN, T.A. **Método para Diagnóstico e Diretrizes para Planejamento de Canteiros de Obra de Edificações**.1997. 162f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- SIEBERT, S; TEIZER, J. Mobile 3D mapping for surveying earthwork projects using an Unmanned Aerial Vehicle (UAV) system. **Automation in Construction**. v.41, p. 1-14. 2014.
- THEMISTOCLEOUS, K; NEOCLEOUS K; PILAKOUTAS, K; HADJIMITSIS, D.G. Damage assessment using advanced non-intrusive inspection methods: Integration of Space, UAV, GPR and Field Spectroscopy. SECOND INTERNATIONAL CONFERENCE ON REMOTE SENSING AND GEOINFORMATION OF THE ENVIRONMENT. 2014.
- TOOLE, M.T. Construction Site Safety Roles. **Journal of Construction Engineering and Management**, v. 128, n. 3, 2002.
- VAN AKEN, J. E. Management Research based on the paradigm of design science: the quest for field-tested and grounded technological rules. **Journal of Management Studies**, 41, March 2004.
- ZHANG, C.; ELAKSHER, A. (2012). An Unmanned Aerial Vehicle-Based Imaging System for 3D Measurement of Unpaved Road Surface Distresses I. **Computer-Aided Civil and Infrastructure Engineering**, Vol. 27, No. 2, pp. 118-129.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MODELO DE SISTEMA DE GESTÃO GLOBAL EMPRESAS- EMPREENDEMENTOS CERTIFICÁVEL

SÁTIRO, Rodrigo (1); SERRA, Sheyla (2)

(1) e-mail: rssatiro@ufscar.br (2) e-mail: sheylabs@ufscar.br, Ufscar, (55) 16 – 3351-8202

RESUMO

Todas as empresas precisam desenvolver suas vantagens competitivas, para que possam manter e desenvolver-se em seus respectivos mercados. Se a empresa possui um sistema de gestão que envolve estratégia, projetos, processos, qualidade, meio ambiente, saúde e segurança e responsabilidade social, isso pode se tornar uma vantagem competitiva. Na construção civil, além da possibilidade de utilizar sistemas de gestão voluntários, é obrigatório a conformidade com várias normas do setor. Apesar disso, com exceção das consideradas grandes empresas, a maioria das empresas da construção civil no Brasil não utilizam sistemas de gestão. Diante deste cenário, o presente trabalho tem como objetivo propor um modelo de gestão global empresa-empreendimentos certificável nas normas do sistema de gestão integrada (qualidade, ambiente, segurança e saúde no trabalho e responsabilidade social). Serão utilizados revisão da literatura, estudos de caso e modelagem e simulação e de acordo com os resultados obtidos será proposto o modelo de gestão global.

PALAVRAS-CHAVE: Sistema de Gestão, Construção Civil, Gestão de Negócios, Gestão de Empresas Construtoras.

ABSTRACT

All companies need to develop their competitive advantages so that they can maintain and develop themselves in their respective markets. If the company has a management system involving strategy, projects, processes, quality, environment, health and safety and social responsibility, this can become a competitive advantage. In construction, besides the possibility of using volunteer management systems, compliance with the various mandatory standards is necessary. Despite this, except those considered large firms, most construction companies in Brazil do not use management systems. Faced with this setting, this paper aims to propose a model of global management company-ventures certifiable system in the rules of the integrated management system (quality, environment, safety and occupational health and social responsibility). It will be used the literature review, case studies and modeling and simulation and according to the results obtained will be proposed global model.

KEY WORDS: Management System, Construction, Business Management, Building Companies Management.

1 INTRODUÇÃO

A gestão empresarial na indústria da construção civil, subsetor de edificações é marcado por duas realidades bem distintas. Há uma minoria de grandes empresas que contratam profissionais qualificados, investem em melhoria dos seus processos por meio da aquisição de equipamentos e plataformas computacionais como o BIM (*Building Information Modeling*), utilizam sistemas de informação integrados, os conhecimentos de gestão de projetos, contratam consultorias especializadas em estratégia empresarial e gestão dos processos operacionais. Mesmo nessas empresas que possuem seus planos estratégicos traçados e implementados por meio de seus empreendimentos, raramente há a devida integração da gestão estratégica com a gestão dos projetos (MANSO E MITIDIARI FILHO, 2007).

Do outro lado a cultura das micro e pequenas construtoras costuma ser marcada por traços de incipiente ou de nenhuma estrutura de gestão formalizada e identificada em documentos gerenciais, como, por exemplo, organograma, descrição de cargos, descrição dos processos gerenciais e administrativos. Existem também o agravante da cultura de decisão tomada com base na experiência e intuição da equipe gerencial e aumento de custos de produção decorrentes de retrabalhos, desperdícios, deterioração de produtos no canteiro dentre outros problemas.

Neste contexto, de uma forma direta, o problema que será tratado pelo plano de pesquisa pretende responder a seguinte indagação: Como pode ser elaborado um modelo de sistema de gestão global empresa-empreendimentos certificável?

O objetivo geral da pesquisa é propor um modelo integrado de gestão empresa-vários empreendimentos, com foco na sustentabilidade. A sustentabilidade neste trabalho é entendida como o atendimento aos requisitos das normas voluntárias certificáveis (ISO 9001:2008 – sistema de gestão da qualidade, SIAC 2012 - sistema de avaliação da conformidade de empresas de serviços e obras do PBQP-H (programa brasileiro de qualidade e produtividade do habitat), ISO 14001:2004 – sistema de gestão ambiental, ISO 16001:2004 – sistema de gestão da responsabilidade social, OHSAS – 18001:2007 – sistema de gestão da saúde e segurança do trabalhador ISO 21500 – Gestão de Projetos)

Como objetivos secundários esta pesquisa propõe:

Integração dos modelos tradicionais de gestão de empreendimentos com o sistema *Lean Construction*.

Integração dos modelos de gestão empresarial com a sustentabilidade, acima definida, quanto à estrutura organizacional e processos, por meio da utilização de softwares livres.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados os conceitos teóricos que suportam a estrutura da pesquisa quanto à conceituação da temática, suas finalidades, a linha do tempo da temática, a temática na atualidade e sua relação com outros tópicos apresentados a seguir.

2.1 Conceituação

A gestão organizacional pode ser entendida como “um conjunto de práticas padronizadas, logicamente, inter-relacionadas com a finalidade de gerir uma

organização e produzir resultados” (FNQ, 2014, p.3), composto pelos diversos sistemas de gestão.

Um sistema de gestão trata especificamente de uma área como por exemplo o sistema de gestão da qualidade, sistema de gestão ambiental, sistema de gestão estratégica ou sistema de gestão do relacionamento com o cliente (FNQ, 2014).

Para a Associação Brasileira de Normas Técnicas, ABNT (2008), um sistema de gestão específico pode ser entendido como “um sistema para estabelecer políticas e objetivos, e para atingir esses objetivos”, sendo que para sua compreensão é primordial entender seus objetivos e a identificação de seus componentes.

A gestão empresarial na indústria da construção civil, subsetor de edificações, objeto deste estudo, é composta por diversos sistemas que gerem a organização tais como a gestão estratégica, financeira, contábil, qualidade, ambiental, responsabilidade social, saúde e segurança do trabalhador e inseridas nessas gestões algumas prerrogativas legais como, por exemplo, a apuração das obrigações contábeis, licenças em órgãos públicos, gestão do processo de elaboração de projetos de arquitetura e engenharia para aprovação e autorização dos empreendimentos, na fase de execução a gestão do Programa de Controle Médico de Saúde Ocupacional - PCMSO e do Programa de Condições e Meio Ambiente de Trabalho na Indústria da Construção – PCMAT, exigidos respectivamente pelas Normas Reguladoras de números 07 e 18.

2.2 Finalidades da Temática

A finalidade da temática sistema de gestão é “gerir uma organização e produzir resultados” (FNQ, 2014, p. 3), proporcionar às organizações o seu gerenciamento, por meio do estabelecimento de estratégia organizacional, estrutura organizacional, políticas para tomadas de decisão e toda estrutura de processos organizacionais.

2.3 Linha do Tempo da Temática

A gestão empresarial inicia-se com os estudos de Taylor (1990) publicados inicialmente em 1905 e intensifica-se e toma corpo como um sistema na década de 1920, com os estudos de Fayol (1990), juntamente quando o empresário Henry Ford, instaura o sistema de produção em massa, por meio da linha de produção/montagem (MOTTA e VASCONCELOS, 2005).

Após essa etapa inicial, a gestão empresarial passou por algumas abordagens como a abordagem sistêmica, entendendo as organizações como sistema aberto, iniciando as análises externas além do controle interno, a abordagem contingencial, justamente nesse momento com a proposta do modelo japonês de produção, que viria a revolucionar os sistemas de produção (MOTTA e VASCONCELOS, 2005).

As décadas de 1970 e 1980 foram marcadas pela abordagem da gestão da qualidade advinda das propostas do sistema de produção japonês (SANTOS et al., 2001).

A década de 1990 foi marcada pela reengenharia de processos, onde inicia-se a primeira ênfase em processos na gestão empresarial, o que já ocorrera nos sistemas de produção com a influência do modelo japonês (SANTOS et al., 2001). Neste período tem-se início da separação de sistema de gestão e gestão empresarial.

Na primeira década dos anos 2000 a ênfase é dada à estratégia empresarial, para sobrevivência e adaptação à economia globalizada iniciada nos anos de 1990 e consolidada nos anos 2000 (OSTERWALDER e PIGNEUR, 2011).

Os autores supracitados explicam que na segunda década dos anos 2000, a ênfase está na geração de valor ao cliente, por meio da inovação apresentada no próximo item.

2.4 Temática na Atualidade

Na atualidade a gestão empresarial se desenvolveu em duas grandes áreas: a estratégia e os sistemas de gestão específicos.

A estratégia empresarial busca gerar valor ao cliente por meio da aproximação e entendimento das expectativas e necessidades dos clientes e adequação da organização para fornecimento de produtos e serviços que possam atender e superar essas expectativas (OSTERWALDER e PIGNEUR, 2011). Pode-se citar como exemplo a apresentação via web das fases de uma obra com fotos e as visitas e entrevistas com proprietários de imóveis em construção para verificação da satisfação com o produto.

Já os sistemas de gestão específicos, desenvolveram-se com o foco na padronização dos processos e resultados, por meio de suas normas certificáveis como a da qualidade ABNT NBR ISO 9001 e a do meio ambiente ABNT NBR ISO 14001, visando garantir o atendimento aos requisitos de cada empreendimento, garantindo a satisfação dos clientes, integração com outros sistemas de gestão que, a melhoria contínua de seus processos e dos produtos e, conseqüentemente, a obtenção de resultados cada vez melhores.

2.5 Temática e as relações com outros tópicos que envolvem o trabalho

Neste trabalho, esta temática relaciona-se com os seguintes tópicos: gestão de Processos organizacionais e gestão de projetos e o Lean Construction, que no decorrer do trabalho deverão ser tópicos que servirão de base para estruturação modelo de sistema de gestão global empresa-empreendimentos certificável.

O Business Process Management (BPM) ou Gerenciamento dos Processos de negócios pode ser entendido como a prática de modelagem, melhoria, gerenciamento e controle dos seus principais processos de negócios, estendendo-o a todos os níveis organizacionais (PAIM et al., 2009). Os sistemas de gestão certificados e o MEG são orientados aos processos.

Para o PMI (2014), “o Gerenciamento de Projetos, portanto, é a aplicação de conhecimentos, habilidades e técnicas para a execução de projetos de forma efetiva e eficaz”, projetos entendidos neste trabalho como cada empreendimento (obra). Este gerenciamento é uma competência organizacional para o alinhamento dos objetivos estratégicos com os objetivos empresariais. Em gestão de projetos existem as normas ISO 10006 – Quality Management Systems – *Guidelines for Quality Management in Projects*, editada em 1997 e revisada em 2003 que definiu as orientações sobre a gestão da qualidade em projetos e publicada em 2012 a ISO 21500 – Orientações sobre o Gerenciamento de Projetos que complementa a anterior (SÁTIRO E SERRA, 2013).

De acordo com Koskela (1992) na execução dos empreendimentos da construção civil não ocorrem somente atividades de conversão como está pautada a teoria de projetos com a visão sistêmica baseada em inputs, processamento e outputs. Ocorre também outras atividades como espera, inspeção e movimentação de materiais entre as diferentes conversões. O autor citado propõe uma nova visão para os processos de produção na construção civil baseado no sistema Lean de produção, que passou a ser denominado Lean Construction. O Lean Construction possuiu como base de análise a

geração de valor e entende que no processo de produção algumas atividades agregam valor, porém outras atividades de fluxo de materiais ou de informações não agregam valor.

A abordagem da construção enxuta estabelece que o planejamento da produção na construção civil, devido à complexidade dos projetos, deve ser hierarquizado e subdividido em três níveis: estratégico ou Master Plan, que trata do planejamento de longo prazo com baixo nível de detalhamento (BALLARD and HOWELL, 1997), tático ou Lookahead Planning, que determina o que pode ser feito, com o objetivo de estabelecer um elo entre os planejamentos estratégico e operacional (BALLARD, 1997), e por fim o operacional ou Last Planner, que trata de um plano definido normalmente pelo coordenador de obras (se existir essa função) e pelos técnicos da obra, que procuram programar o que poderia ser feito com horizonte de planejamento de curto prazo (BALLARD, 2000), sendo que dentro de cada nível pode ser necessário uma nova subdivisão devido ao tamanho do projeto (FORMOSO, 1999).

2.6 Modelos e Práticas da Temática

O Modelo de Excelência em Gestão (MEG), de acordo com FNQ (2015), foi elaborado baseado nos conceitos, práticas e fatores de desempenho utilizados pelas organizações líderes em classe mundial. Os fundamentos do MEG são: a) pensamento sistêmico, b) aprendizagem organizacional, c) cultura e inovação, d) liderança e constância de propósitos, e) orientação por processos e informações, f) visão de futuro, g) geração de valor, h) valorização das pessoas, i) conhecimento sobre o cliente e o mercado, j) desenvolvimento de parcerias, k) responsabilidade social.

Fialho et al. (2008) afirmam que os sistemas de gestão devem considerar os critérios da sustentabilidade e que para um modelo de gestão estratégica ser sustentável é necessário que este integre as cinco dimensões da sustentabilidade: ecológica, social, econômica, geográfica e cultural, acrescentando-se a dimensão tempo. Baseado nessa afirmativa, os autores mencionados anteriormente, propõem um modelo baseado na utilização de ferramentas de gestão combinadas: a matriz *SWOT* que analisa os pontos fortes e pontos fracos do ambiente interno, e as oportunidades e ameaças do ambiente externo, o *Balanced Scorecard* que mede e estabelece a estratégia e a matriz do Desdobramento da Função da Qualidade que realiza o desdobramento das perspectivas elaboradas no *Balanced Scorecard* nas dimensões da sustentabilidade: social, econômica, ecológica, espacial, cultural e temporal.

Ribeiro Neto, Tavares e Hoffmann (2012) corroboram com os autores supramencionados, ao destacarem que, o atendimento às normas de gerenciamento do sistema de gestão integrada (certificação nas normas ISO 9001 – qualidade, ISO 14001 – meio ambiente, OHSAS 18001 – Segurança e Saúde no Trabalho e SA 8000, ISO 16001 e ISO 26000 – Responsabilidade Social) alinhadas ao Modelo de Excelência em Gestão da FNQ, torna possível a sustentabilidade.

3 MÉTODO DA PESQUISA

Do ponto de vista de sua natureza essa pesquisa classifica-se como “pesquisa aplicada”, objetivando gerar conhecimentos de aplicação prática, direcionados a solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Além disso, o presente trabalho apresenta uma abordagem qualitativa e teórico-empírica quanto aos meios de

investigação (YIN, 2001; GIL, 2007). Quanto aos procedimentos técnicos, serão utilizados a revisão bibliográfica, o estudo de caso e a modelagem e simulação

Azevedo (2013) entende a pesquisa bibliográfica composta das seguintes principais etapas: Definições da Pesquisa, Seleção do Material e Análise Bibliométrica Final dos Materiais. Durante a fase de definição da pesquisa, devem ser consideradas a cronologia da pesquisa, a base de dados e os tipos de filtros de pesquisa. O Quadro I apresenta a estruturação das palavras-chave a serem utilizadas no desenvolvimento deste trabalho.

O autor acima citado destaca que durante a seleção do material devem ser considerados os aspectos: validação das bases de artigos; seleção dos artigos; teste de aderência das palavras-chave; eliminação das redundâncias; alinhamento do título do artigo; reconhecimento do artigo; alinhamento do resumo do artigo; reavaliação dos artigos menos citados, e análise final.

Na fase de Análise Bibliométrica do Portfólio Final do Material devem ser estimados: o grau de relevância dos periódicos; o reconhecimento científico dos artigos; o grau de relevância dos autores, e a determinação das palavras-chave mais usadas.

Após realizar a pesquisa bibliográfica, realizar-se-á o estudo de caso, para tanto serão selecionadas as empresas que irão compor o universo da pesquisa. Para seleção das empresas construtoras que serão objeto de estudo será utilizado o seguinte critério:

- ✓ Possuir implantado há pelo menos 02 anos, dois ou mais dos elementos que compõem o “Sistema de Gestão Global” composto pelas normas SIAC 2012 nível A - PBQP-H sistema de gestão da qualidade, ISO 9001 - sistema de gestão da qualidade, ISO 14001 – sistema de gestão ambiental, OHSAS 18001 – sistema de gestão da saúde e segurança do trabalhador, ISO 16001 - sistema de gestão da responsabilidade social e atendimento à ISO 26000 e SA 8000 ambas normas vinculadas a responsabilidade social e o Modelo de Excelência em Gestão (MEG) da Fundação Nacional da Qualidade;
- ✓ Atuar prioritariamente no subsetor de edificações;
- ✓ Possuir, no momento da pesquisa, pelo menos 03 obras em andamento.

Nas empresas selecionadas, o estudo de caso será realizado por meio de três etapas, utilizando-se dos seguintes métodos a pesquisa documental, o levantamento, seguido de um estudo de campo para analisar a utilização de um ou mais elementos dos Sistemas de Gestão Global.

A pesquisa documental assemelha-se com a pesquisa bibliográfica, tendo como principal diferença as fontes. Na pesquisa documental, as fontes ainda não receberam “um tratamento analítico, ou que ainda podem ser reelaborados de acordo com os objetos da pesquisa” (GIL, 2007). São exemplos dessas fontes: diários, fotografias, gravações, memorandos, regulamentos, relatórios de pesquisa, relatórios de empresas, tabelas estatísticas etc..

Existem semelhanças entre as pesquisas do tipo levantamento e o estudo de campo. Enquanto a primeira busca identificar as características dos componentes do universo pesquisado, o estudo de campo procura o aprofundamento das questões propostas, ou ainda “estuda-se um único grupo ou comunidade em termos de sua estrutura social, ou seja, ressaltando a interação entre seus componentes” (GIL, 2007).

Após o estudo de caso, serão utilizadas as informações da revisão bibliográfica e do estudo de caso, será elaborado o modelo de sistema de gestão global empresa-empresendimentos certificável, utilizando-se a técnica de Modelagem e Simulação. A

modelagem e simulação é o procedimento de elaboração e experimentação de um sistema físico por meio de um modelo matemático, ou análise de um sistema vigente para elaboração de melhorias (TURRIONI e MELLO, 2012).

O objetivo da modelagem é a elaboração de diagramas de processos para o melhor entendimento do funcionamento e possibilidade de simulação nas etapas seguintes da pesquisa. Para a modelagem dos processos será utilizado o aplicativo Visio Professional da Microsoft, que suporta modelagem para linguagem de Organograma, Fluxograma, BPM (Business Process Modeling) e Mapeamento do Fluxo de Valor (VSM) (TURRIONI e MELLO, 2012). O aplicativo computacional ainda não está definido e será adotado de acordo com os processos identificados na pesquisa de campo. Apresenta-se alguns softwares que poderão ser utilizados: ARIS platform fabricado pela IDS Scheer, Igrafx Process fabricado pela Corel e o Aqualogic BPM Studio fabricado pela BEA Systems (VALLE e OLIVEIRA, 2009).

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Até o prezado momento a pesquisa ainda não apurou resultados pois está na etapa de revisão da literatura para elaboração dos questionários. Entretanto espera-se obter dados acerca dos sistemas de gestão que compõe o sistema de gestão global citado anteriormente, os modelos de gestão empresarial, quanto toda a sua estrutura, processos e meios de avaliação, além de dados acerca da integração dos modelos tradicionais de gestão de empreendimentos com o sistema *Lean Construction*.

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Espera-se que o modelo proposto contribua com o conhecimento em gestão empresarial na construção civil ao propor o modelo de sistema de gestão global empresa-empresendimentos certificável, integrado empresa-empresendimentos, com toda estrutura de gestão, processos e meios de avaliação dos resultados, pautado nos métodos mais difundidos e utilizados pelas empresas líderes no mercado, que poderá ser disponibilizado para a utilização de qualquer empresa construtora do setor, principalmente as micro e pequenas empresas. Outra contribuição para o setor pode ser a utilização do modelo proposto possa servir de base para fomentar a discussão de uma norma certificável de gestão integrada empresa-empresendimentos com foco na sustentabilidade.

6 REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR ISO 9001. Sistemas de Gestão da Qualidade – Requisitos**. Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

AZEVEDO, R. C. **Um Modelo para Gestão de Risco na Incorporação de Imóveis usando Metodologia Multicritério para Apoio à Decisão – Construtivista (MCDA-C)**. 2013. 290 p. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

BALLARD, G. **Lookahead Planning: the missing link in Production Control**. In: Annual Conference of the International Group of Lean Construction, 5, 1997 Australia. Proceedings... IGLC, 1997.

BALLARD, G. **The Last Planner System of Production Control**. 2000. Tese (Doutorado – School of Civil Engineering). University of Birmingham, Birmingham.

BALLARD, G.; HOWELL, G. Shielding Production: An Essential Step in Production Control. **Technical Report 97-1**, Construction Engineering and Management Program, Department of Civil and Environmental Engineering, University of California.

FAYOL, Henri. **Administração Industrial e Geral**. 10. ed. São Paulo: Atlas, 1990.

FIALHO, F. A. P. et al. **Gestão da Sustentabilidade na Era do Conhecimento**. Florianópolis: Visual Books, 2008.

FORMOSO, C. et al. **Termo de referência para o processo de planejamento e controle da produção em empresas construtoras**. Núcleo orientado para inovação da edificação. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1999.

FUNDAÇÃO NACIONAL DA QUALIDADE (FNQ). **Conceitos Fundamentais da Excelência em Gestão**. São Paulo: Editora da FNQ, 2015

_____. **Sistemas de Gestão**. São Paulo: FNQ. 2014.

GIL, A. C. Como Elaborar Projetos de Pesquisa. São Paulo: Atlas, 2007.

KALSAAS, B. T. **Integration of Collaborative LPS-Inspired and Rationalistic Planning Processes in Mechanical Engineering of Offshore Drilling Construction**. 2013.

KOSKELA, L. **Application of the new production philosophy to construction**. Technical Report. Finlândia. CIFE, 1992.

MANSO, M. A., MITIDIERI FILHO, C. V. Modelo de Sistema de Coordenação de Projetos – estudo de caso em empresas construtoras e incorporadoras na cidade de São Paulo. **Gestão & Tecnologia de Projetos**. v.2, n.1, p.103-127, mai. 2007.

MOTTA, F. C. P.; VASCONCELOS, I. F. G. **Teoria Geral da Administração**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2005.

OSTERWALDER, A.; PIGNEUR, Y. **Business Model Generation – Inovação em Modelos de Negócios**. Rio de Janeiro: Alta Books, 2011.

PAIM, R. et al. **Gestão de Processos**. Rio de Janeiro: Bookman, 2009.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE (PMI). **Um Guia do Conhecimento em Gerenciamento de Projetos (Guia PMBOK)**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2014.

RIBEIRO NETO, J. B. M.; TAVARES, J. C.; HOFFMANN, S. C. **Sistemas de Gestão Integrados: qualidade, meio ambiente, responsabilidade social e segurança e saúde no trabalho**. 3 ed. São Paulo: Editora Senac São Paulo, 2012.

SANTOS, A. R. (org.) **Gestão do Conhecimento: uma experiência para o sucesso empresarial**. Curitiba: Champagnat, 2001. Disponível em: <<http://www.mbc.org.br/mbc/uploads/biblioteca/1157381430.8A.pdf>>. Acesso em: 27 de Abr. 2015.

SÁTIRO, R. S., SERRA, S. M. B. O impacto do processo de certificação de empresas de serviços e obras no setor de edificações: estudo de caso. In: **Encuentro Latino Americano de Gestion Y Economia de La construccion**, 2013, Cancún. Anales del Evento Encuentro Latino Americano de Gestion Y Economia de La construccion, 2013.

TAYLOR, F. W. **Princípios da Administração Científica**. 8 ed. São Paulo: Atlas, 1990.

TURRIONI, J. B., MELLO, C. H. P. **Metodologia da Pesquisa em Engenharia da Produção**. Universidade Federal de Itajubá - UNIFEI. Itajubá, 2012 (Apostila).

VALLE, R.; OLIVEIRA, S. B. **Análise e Modelagem de Processos de Negócios: foco na notação BPMN (Business Process Modeling Notation)**. São Paulo: Atlas, 2009.

YIN, R. K. **Estudo de Caso: planejamento e métodos**. trad. Daniel Grassi. 2 ed. Porto Alegre: Bookman, 2001.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

DIRETRIZES SUSTENTÁVEIS E SAUDÁVEIS PARA MELHORIA EM HOSPEDAGEM ASSISTIDA DE IDOSOS

COCHMANSKI, Liliane Cristina de Camargo (1); FASSI Jr, Eloy Casagrande (2)

(1) E-mail: lilicochmanski@yahoo.com.br (2) UTFPR, (41) 3279-4516. e-mail:
eloy.casagrande@gmail.com.

RESUMO

O envelhecimento populacional é um processo natural que está ocorrendo no mundo todo. O Brasil levará apenas 34 anos, enquanto os países europeus tiveram um século para a população envelhecer. Com o aumento da população idosa, a sociedade passa por importantes consequências culturais, sociais e econômicas. Advindo de muitos problemas, como: famílias com condições econômicas precárias e número cada vez menor de filhos, habitações sem planejamento para a terceira idade, asilos sem infraestrutura para o atendimento, cuidadores de idosos sem formação, descaso, abandono, pobreza. Através de entrevistas estruturadas e visitas nas Instituições de Longa Permanência dos Idosos (ILPIs) existentes na cidade de Curitiba foi possível identificar as reais condições em relação a qualidade de vida dos idosos. No qual foram observados: carência em infraestrutura da edificação; falta de local ao ar livre com direito ao sol; jardins no recuo frontal ou lateral e com isso expõem os idosos para a rua; serviços (médicos, odontológicos) e atividades voltadas as doenças que está mais presente nas instituições, como o mal de Alzheimer. Isso indica a necessidade de um espaço projetado para a terceira idade utilizando diretrizes sustentáveis e saudáveis, consequentemente, melhorar a qualidade de vida dos idosos residentes nas casas de repouso.

Palavras-chave: Terceira Idade, Moradia Sustentável, Qualidade de Vida dos Idosos.

ABSTRACT

Population aging is a natural process that is taking place in the world whole. The Brazil will take only 34 years, while European countries had a century to the population aging. With the increasing elderly population, society undergoes significant cultural, social and economic consequences. Arising from many problems, such as families with poor economic conditions and increasingly fewer children, unplanned housing for the elderly, nursing homes with no infrastructure for the service, untrained elderly caregivers, neglect, abandonment, poverty. Through structured interviews and visits in Long Staying Institutions Seniors (ILPIs) in the city of Curitiba, it was possible to identify the actual conditions regarding the quality of life for seniors. In which were observed: lack of infrastructure building; lack of outdoor venue with the right to the sun; gardens on the front or side and thereby exposing the elderly to the street; services (medical, dental) and activities geared diseases that are more prevalent in institutions such as Alzheimer's disease. This indicates the need for a space designed for seniors using sustainable and healthy guidelines, consequently, improve the quality of life of elderly people living in nursing homes.

Keywords: *Third Age, Sustainable Housing, Quality of Life for Seniors.*

1 INTRODUÇÃO

O envelhecimento populacional é um processo natural que está ocorrendo no mundo todo. Segundo Mendes *et al* (2005), esse processo de envelhecimento teve início nos países desenvolvidos na década de 40, devido à queda de mortalidade, urbanização, medicina

avançada, avanços tecnológicos, taxa de fertilidade reduzida e maior expectativa de vida. No Brasil, iniciou nos últimos 60 anos e tende a continuar pelos próximos anos (CHAIMOWICZ, 2013). Durante um período de 60 anos, o índice passou de 4,1% em 1950 para 10,5% em 2010, com perspectiva de crescimento para as próximas décadas (BATISTA *et al*, 2008).

O crescimento da população idosa gera importantes consequências culturais, sociais e econômicas. Como: saúde, família em condições precárias e com número reduzido de filhos, habitações sem planejamento para a terceira idade, asilos sem infraestrutura mínima para o atendimento, cuidadores de idosos sem formação (BORGES, 2003).

Até pouco tempo, asilos eram associados apenas a um lugar onde se deixavam idosos miseráveis e abandonados. Para Pinto e Von Simson (2012), um sinal de mudanças é o surgimento do termo "Instituição de Longa Permanência para Idosos" (ILPIs), proposto pela Sociedade Brasileira de Geriatria e Gerontologia, para ser usado em lugar de "asilo", termo fortemente marcado por preconceitos historicamente constituídos.

Com base na análise dos problemas citados e pesquisa sobre as ILPIs em funcionamento em Curitiba, este trabalho propõe diretrizes sustentáveis e saudáveis para melhorar as condições destes locais, e conseqüentemente, melhorar a qualidade de vida dos idosos.

Para tanto, foram realizadas entrevistas estruturadas e visitas nas instituições existentes em Curitiba, identificando os problemas e verificando as reais condições em relação a qualidade de vida dos idosos que habitam as ILPIs.

A pesquisa demonstrou carência em: infraestrutura da edificação, locais ao ar livre com direito ao sol, serviços ofertados, pessoas capacitadas, qualidade de vida dos idosos que permanecem no local.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Segundo o Estatuto do Idoso (LEI N° 10.741) (BRASIL, 2003), a pessoa é considerada idosa com 60 anos ou mais. No Brasil, esse fato é muitas vezes associado a saída da vida produtiva com a via de aposentadoria. Além de outros motivos, como: à evolução cronológica, onde estão presentes fenômenos biológicos, psicológicos e sociais que são significativos para a compreensão e a existência do ser humano durante o envelhecimento. No entanto, alguns idosos são discriminados ou deixados de lado, como algo que não serve mais para a sociedade (BATISTA *et al*, 2008).

O envelhecimento brasileiro destacou-se com o aumento da expectativa de vida. Em 1980, era de 62,7 anos, esse índice aumentou para 73,9 anos em 2013 (PNUD, 2014). No Paraná, há expectativa de se chegar aos 80 anos será em 2028 (MARCHIORI, 2013).

O índice de envelhecimento da população na França dobrou de 7% para 14% em um século. Em contraste, no Brasil essa mesma variação demográfica ocorrerá em duas décadas (entre 2011 e 2031). E com isso, a população irá mais que triplicar nas próximas quatro décadas seguintes. Em 2010 de menos de 20 milhões para aproximadamente 65 milhões em 2050 (BANCO MUNDIAL, 2011).

A população idosa brasileira é caracterizada principalmente por mulheres brancas. Apesar de nascerem mais mulheres negras. No entanto, elas não conseguem chegar a velhice devido alguns determinantes sociais que envolvem saúde e condições mais precárias de vida (MELO; KRETER, 2014). Além disso, problemas como a pobreza e exclusão social são os que mais afetam a velhice principalmente as mulheres. Devido aos fatores físico, mental e econômico que estão associados (PNUD, 2014).

O idoso deve ter uma vida digna e com qualidade, amparado pela família, sociedade e Estado. Isso tornou-se Lei, a partir da Constituição Federal de 1988 (BRASIL, 1988) e mais tarde foi complementado pelo Estatuto do Idoso (LEI N° 10.741) (BRASIL, 2003). Para Macedo (2008), a sociedade brasileira em geral tem o péssimo hábito de não seguir normas, infelizmente, não é diferente com os idosos e com as leis que o asseguram. Também para Barros (2012) o Estatuto ainda é considerado “uma utopia, precisa ser efetivado para que realmente se tenha os direitos garantidos”. Pois muitos de seus direitos não são honrados.

Para aqueles idosos que não encontram apoio familiar ou social e necessitam de auxílio para a realização de atividades da vida diária, resta a possibilidade de morar em uma instituição de longa permanência para idosos - ILPI (TIER et al., 2004). No entanto, se encontra casos de idosos que se mudam para uma ILPI, a partir de uma escolha alternativa, alegando motivos, como: viuvez, não ter filhos ou não desejar onerar os filhos, preferir ser livre, entre outros (FREITAS; NORONHA, 2010).

No Brasil, foram identificadas 3.548 Instituições de Longa Permanência para os idosos, onde abrigam 83.870 idosos, o que significa 0,5% da população idosa. Considerado um número baixo de instituições e também de residentes. Além disso, possuem 109.447 leitos, dos quais 91,6% estavam ocupados, ou seja, pode-se falar que as instituições estão operando com quase toda sua capacidade. Percebe-se que a demanda por esse tipo de instituição deve dobrar nos próximos quinze anos (IPEA, 2011).

Em relação aos serviços propostos, apesar das instituições de longa permanência não serem consideradas instituições de saúde, os serviços de saúde são os principais oferecidos. Por exemplo: oferta de serviços médicos e de fisioterapia foi citada por 66,1% e 56% delas, respectivamente. “Por outro lado, a oferta de atividades que geram renda, bem como de lazer e/ou cursos diversos, é baixa. É encontrada em menos de 50% das instituições pesquisadas” (IPEA, 2011). No entanto, as instituições asilares apresentam características de residências familiares, sendo que muitas vezes foram adaptadas para os idosos (MONTEIRO, 2012).

Contudo, não basta apenas adaptações para as futuras instalações e sim deve haver um planejamento para todo o projeto, tanto no ambiente externo como o interno. Essa casa deve ser bem explorada, com isso contribui com a melhora de sintomas de várias doenças (ZEISEL et al, 2002).

3 MÉTODO DA PESQUISA

Para o desenvolvimento do presente trabalho, utiliza-se a pesquisa bibliográfica e documental, além da realização de entrevistas estruturadas, com as pessoas responsáveis e/ou que conhecessem a funcionalidade de cada ILPI na cidade de Curitiba. De acordo com a Secretaria Municipal da Saúde de Curitiba (2014), são 74 Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPIs) espalhadas pela cidade.

Os temas abordados na entrevista envolveram o espaço do ambiente interno (verificando se é adaptado ou não; número de ambientes; se possui espaço ecumênico, jardim, horta, sala de fisioterapia, enfermaria e local para exercício físico), administração (como é o regime de funcionamento; participação da família em relação às visitas; atividades realizadas durante a semana; cuidados com alimentação, higienização das roupas e louças; capacidade de lotação máxima e atual; cuidados com administração dos remédios), funcionários/cuidadores (número de cuidadores por idosos; nível de escolaridade; carga horária), valores monetários (com ou sem fins lucrativos; valor mensal), saúde (atendimento aos idosos como médico, fisioterapia, plano de saúde; doença que mais se apresenta na ILPI), idosos (número de homens e

mulheres; idade; número de idosos por quarto; passeios com a família e com a ILPI). Além de verificar outros problemas existentes que são revelados pela ILPIs.

A pesquisa está também verificando se há alguma estrutura sustentável mínima, como por exemplo: medidas para economia de água; aproveitamento da água da chuva; utilização de placas fotovoltaicas e placas térmicas para o aquecimento de água; cuidados com iluminação, ventilação e orientação solar.

Durante a realização das entrevistas percebe-se que os pontos mais difíceis de serem comentados, por parte dos entrevistados são: em relação ao valor cobrado mensalmente pelas ILPIs; valores pagos aos funcionários que cuidam dos idosos; atividades de lazer realizadas pelos idosos e programas de passeios externos à Instituição.

Outro fator importante, é em relação as fotos dos locais. Quando solicitado houve muitas recusas ou não era permitido, mesmo explicando antecipadamente sobre a importância de ilustrar as instituições, sem, necessariamente, identificar instituições ou idosos.

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

Atualmente, das 74 ILPIs, foram realizadas 35 entrevistas, dessas 15 foram nos locais, 13 pelo telefone e o restante por correio eletrônico. Até o momento 2 ILPS recusaram-se a responder, independentemente da abordagem.

Iniciando pelo primeiro tema da entrevista que se refere ao espaço do ambiente interno, em que os resultados parciais são obtidos em relação ao ambiente construído. Das 35 ILPIs, 33 adaptaram uma casa residencial em ILPI, nesse caso foram colocadas as adaptações mínimas exigidas pela Norma da ANVISA (RDC nº 283) (Brasil, 2005). Mas, como toda casa que não tem um projeto específico para seu uso, a adaptação que ocorre segue somente o mínimo exigido.

Em relação ao tema administração, percebe-se que as participações da família, como as visitas aos idosos, ocorrem de maneira unânime nas casas com fins lucrativos, sendo que essas visitas muitas vezes já estão em contrato. No entanto, em visitas a 5 casas sem fins lucrativos, observou-se que em 3 delas, somente 50% dos internos recebem visitas das famílias regularmente. Segundo os responsáveis, em muitos casos existe o total abandono dos idosos por parte dos filhos e famílias que mudam de endereço e até mesmo de telefone.

Dentre as entrevistadas, 5 ILPIs são sem fins lucrativos e o restante são particulares com mensalidade alternando entre dois mil a dez mil reais. Os fatores como grau de dependência e número de idosos por quarto, influenciam no valor final da mensalidade. Nesse valor alguns serviços não estão inclusos: em 4 ILPIs a fisioterapia é cobrada separadamente, em 30 ILPIs não tem médico da casa e, em todas, os remédios que os idosos necessitam durante o mês, não estão incluídos.

Nas ILPIs particulares o número de idosos por casa, gira em torno de 15 a 25. Segundo os entrevistados o número de idosos por casa é fundamental na aprovação e liberação para funcionamento, visto que, a legislação não é tão severa nesta conjuntura.

A doença que mais se apresenta nas casas de repouso é o Mal de Alzheimer. Está em torno de 65% a 70% dos pacientes, esse índice aparece em 34 casas, em diferentes níveis.

De um modo geral, os idosos que não são totalmente dependentes, saem para passear com a família, considerando todas as casas entrevistadas. No entanto, apenas 15 casas que têm algum sistema de passeio externo, em que somente os idosos que andam ou aqueles com pequenas dependências é que disfrutam desses passeios, ainda que raros. O motivo, dado pelos responsáveis das casas é que não há nenhum programa de passeio externo, por parte das

ILPIs, justificando-se ainda, na falta de transporte adaptado e acessibilidade em locais de visitas. Complementam, que a inexistência de segurança para idosos em restaurantes, cinemas, teatro e parques, contribuem agravando o problema de passeio externo para os idosos.

O segundo problema, citado por dez das casas visitadas, diz respeito a legislação vigente em Curitiba. São cinco órgãos que vigiam as casas de repouso (Vigilância Sanitária, Centro de Referência Especializado de Assistência Social-CREAS, Fundação de Ação Social de Curitiba-FAS, Ministério Público e Conselho Municipal dos Direitos da Pessoa Idosa-CMDPI), mas de acordo com as reclamações dos responsáveis, os fiscais se preocupam apenas com a adaptação do local e com o relatório das atividades desenvolvidas, desconsiderando a fiscalização no que se refere ao cumprimento do que é exigido por lei. Além do mais, os órgãos não são integrados entre si, fazendo com que os mesmos documentos sejam requisitados várias vezes. Entretanto, nenhum deles analisa realmente a qualidade de vida do idoso do ponto de vista do idoso, eles não vivenciam o momento da alimentação para saberem se o prato servido é o que está no cardápio. Se os idosos estão fazendo atividades diferenciadas para minimizar as doenças, principalmente o Alzheimer, doença que mais se apresenta nas casas de repouso, ou simplesmente aglomeram-se numa sala de TV, num período que poderiam estar tomando banho de sol pela manhã, por exemplo.

Um dado importante observado durante as entrevistas é no que diz respeito aos jardins. Um direito e necessidade do idoso é tomar sol, no entanto, os jardins em 23 casas estão situados no recuo frontal ou lateral. Em muitos casos, o único jardim é um cubículo entre casas ou muros como pode ser observado na Figura 1.

Figura 1 – Vista do jardim de uma ILPI



Fonte: A Autora (2015)

Nas demais casas, os entrevistados não relataram reclamações relacionadas as dificuldades encontradas para o funcionamento das ILPIs. No entanto, isso não pode ser comprovado, pois não estão ocorrendo entrevistas com os idosos.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da pesquisa bibliográfica realizada, foi possível identificar qual é o perfil dos idosos brasileiros e fazendo um parâmetro com a pesquisa em campo possibilitou o conhecimento dos idosos da capital paranaense. Percebe-se que as ILPIs de Curitiba, estão oferecendo locais

que atendem parte das necessidades dos idosos, mesmo para aqueles que ganham valores superiores a 2 salários mínimos, em consequência do valor cobrado nas mensalidades, agravando-se ainda pelo fato de não estar incluso os remédios utilizados por eles. Em grande parte das ILPIs particulares, os idosos têm apenas a TV como forma de lazer. As atividades físicas ficam restritas há poucas horas durante a semana, englobam principalmente fisioterapia e terapia ocupacional. Com isso, os idosos têm muitos horários vagos, agravando o estado de nervosismo causado pela ociosidade, podendo gerar consequências como a depressão.

Já para idosos que recebem entre meio e 2 salários mínimos, sendo a grande maioria, foi observado um número reduzido de ILPIs para atender a demanda de idosos nesta categoria, na região do estudo. Além disso, algumas ILPIs não podem pagar fisioterapeuta ou outro especialista, seja médico, dentista, profissional de educação física, entre outros, para realizar atividades com os idosos. Dispõem apenas da boa vontade de voluntários ou dos funcionários (limpeza e cozinha) para desenvolver atividades de distração para os idosos.

Quanto a infraestrutura das ILPIs, pelo fato de se tratar de residências que foram adaptadas para o idoso, observou-se que os corredores principais têm largura inferior ao estabelecido na norma. Em algumas casas, nos quartos haviam: janelas voltadas para o corredor interno; portas sem fechaduras; degrau para o corredor; pequenas aberturas nas janelas (semelhante as de banheiro), o que possibilita pouca ventilação, iluminação e conseqüentemente exala o cheiro característico de mofo e urina no local. Além disso, pode-se observar quando os jardins são existentes, são voltados para a rua expondo o idoso, ou ainda é somente em calçada, sem vegetação e também sem acesso ao sol.

Em relação as diretrizes sustentáveis apenas três casas utilizam as águas pluviais para lavar calçadas, apesar de muitas terem calhas. A maioria das casas aproveitam as águas do processo de lavagem de roupas para lavar o piso. Apenas uma casa utiliza placas térmicas para o aquecimento da água. No caso das placas fotovoltaicas para a produção de energia elétrica, nenhuma casa possui o sistema.

Diante do cenário encontrado durante a realização das entrevistas, percebe-se a necessidade de desenvolvimento de diretrizes sustentáveis e saudáveis para as ILPIs, proporcionando mais conforto para os usuários e funcionários. Contudo, também são necessárias fiscalizações mais rigorosas, não apenas na documentação, mas nos acontecimentos internos das ILPIs. Sobretudo, a legislação que estabelece as normas para o funcionamento das ILPIs encontra-se defasada, necessitando ser reformulada, no sentido de exigir melhorias na qualidade da edificação em que vivem os idosos, mesmo em ILPIs particulares, em que os valores cobrados são relativamente altos, os idosos, em muitos casos, não recebem um mínimo estabelecido.

Algumas diretrizes para tornar as edificações mais sustentáveis e saudáveis, podem ser usadas mesmo se tratando de casas alugadas, como é o caso de muitas. Seriam estas: Instalação de calhas ou utilização das existentes (como vem ocorrendo em várias casas), para aproveitar as águas das chuvas nas limpezas externas e internas, ou ainda se utilizar um sistema de filtragem simples, esta água pode ser utilizada para a lavagem de roupas, fonte de maior consumo de água nas ILPIs; instalar dispositivos para economia de água potável, como aeradores em torneiras; substituição de válvulas de descarga de sanitários por caixas acopladas; uso de placas térmicas solares para o aquecimento da água que será utilizada no chuveiro, reduzindo o valor final da conta de eletricidade; construir aberturas (principalmente dos quartos) voltadas para o ambiente externo, para deixar o local arejado; estudos de posicionamento das janelas para possibilitar a ventilação cruzada; aberturas no teto, utilizar telhas transparentes para que o sol possa entrar no interior dos ambientes, além de utilizar a iluminação natural, pode-se criar jardins de inverno; substituição de janelas antigas com pouco isolamento, por janelas hermeticamente fechadas, evitando as perdas de calor

(principalmente para Curitiba com características históricas de temperaturas amenas), ou colocação de material de vedação em frestas por onde passa o ar; aumento de áreas para permeabilidade da água através do uso de grama, substituindo, quando possível, pisos cerâmicos e de cimento, auxiliando na redução das enchentes e aumentando a área de jardim das ILPIs.

REFERÊNCIAS

BANCO MUNDIAL - Banco Internacional para a Reconstrução e o Desenvolvimento. **Envelhecendo em um Brasil mais Velho**: Implicações do Envelhecimento Populacional sobre Crescimento Econômico, Redução da Pobreza, Finanças Públicas, Prestação de Serviços. Washington, USA. 2011. Disponível em < http://siteresources.worldbank.org/BRAZILINPOREXTN/Resources/3817166-1302102548192/Envelhecendo_Brasil_Sumario_Executivo.pdf>. Acesso em 22 abril 2015.

BARROS, Renato. Direitos previstos pelo Estatuto do Idoso ainda são desrespeitados. **Jornal G1**. São Carlos, SP. 2012. Disponível em: <<http://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2012/10/direitos-previstos-pelo-estatuto-do-idoso-ainda-sao-desrespeitados.html>> Acesso em: 1 maio 2015.

BATISTA, Analía Soria; JACCOUD, Luciana de Barros; AQUINO, Luseni; EL-MOOR, Patrícia Dario. **Envelhecimento e dependência**: desafios para a organização da proteção social. Brasília: Ministério da Previdência Social, 2008. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2563/1/TD_1402.pdf>. Acesso em 10 julho 2014.

BORGES, M. C. M. **O idoso e as Políticas Públicas e Sociais no Brasil**. In: VON SIMSON, Olga Rodrigues de Moraes; NERI, Anita Liberalesso; CACHION, Meire (Org.). *As Múltiplas Faces da Velhice no Brasil*. Campinas, SP: Editora Alínea, 2003, p. 92-100.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Ato das Disposições Constitucionais Transitórias. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm> Acesso em: 30 abril 2015.

BRASIL. **Lei nº 10.741, de 1º de outubro de 2003**. Dispõe sobre o Estatuto do Idoso e dá outras providências. Disponível em < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2003/110.741.htm>. Acesso em 10 ago. 2014.

BRASIL. **RDC n.º 283, de 26 de setembro de 2005**. Regulamento Técnico que define normas de funcionamento para as Instituições de Longa Permanência para Idosos, de caráter residencial. Disponível em: < http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/res0283_26_09_2005.html>. Acesso em: 22 abril 2015.

CHAIMOWICZ, Flavio. **Saúde do idoso**, 2 ed. Belo Horizonte NESCON UFMG. 2013 167p.

FREITAS, A. V. S.; NORONHA, C. V. Idosos em instituições de longa permanência: Falando de cuidado. **Interface: Comunicação, Saúde, Educação**. 2010. 14(33), 359-369.

IPEA INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA. **Infraestrutura Social e Urbana no Brasil**: subsídios para uma agenda de pesquisa e formulação de políticas públicas. Organizado por Marcio Pochmann. Rio de Janeiro: IPEA, 2011. 17 p. Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/comunicado/110524_comunicadoipea93.pdf> Acesso em: 5 maio 2015.

MACEDO, Meire Rose Góes. **Estatuto do Idoso**: ficção ou realidade? Tribunal de Justiça do Estado da Bahia. Salvador, BA. 2008. Disponível em: <

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – SÃO CARLOS – SP

http://www5.tjba.jus.br/index.php?option=com_content&view=article&id=86414:e-s-t-a-t-u-t-o-d-o-i-d-o-s-o-f-i-c-c-a-o-o-u-r-e-a-l-i-d-a-d-e&catid=55&Itemid=202> Acesso em: 30 abril 2015.

MARCHIORI, Raphael Somos 201 milhões e idosos serão 1/4 da população até 2060, diz IBGE. **Jornal Gazeta do Povo** Publicado em 30/08/2013. Disponível em <<http://www.gazetadopovo.com.br/vidaecidadania/conteudo.phtml?id=1404148&tit=Somos-201-milhoes-e-idosos-serao-14-da-populacao-ate-2060-diz-IBGE>>. Acesso em 3 novembro 2014.

MELO, Hildete Pereira de; KRETER, Ana Cecília. **Quem São?** Como vivem os idosos brasileiros do século XXI? Uma análise a partir da perspectiva de gênero. XIX encontro nacional de estudos populacionais. São Paulo. 2014. Disponível em: <http://abep.info/files/trabalhos/trabalho_completo/TC-3-22-475-441.pdf> Acesso em: 15 março 2015.

MENDES, Márcia R.S.S. BARBOSA, Mendes; GUSMÃO, Josiane Lima de; FARO, Ana Cristina Mancussi e; LEITE, Rita de Cássia Burgos de O. A situação social do idoso no Brasil: uma breve consideração. **Acta paul. Enfermagem** vol.18, no4, São Paulo, Oct./Dec. 2005. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-21002005000400011&script=sci_arttext>. Acesso em 18 outubro 2014.

MONTEIRO, Luzia Cristina Antoniossi. **Políticas públicas habitacionais para idosos:** um estudo sobre os condomínios exclusivos. Tese (Doutorado) Engenharia Urbana da Universidade Federal de São Carlos. UFSCar, 2012. 145 f. Disponível em: <http://www.bdtd.ufscar.br/htdocs/tedeSimplificado/tde_busca/arquivo.php?codArquivo=5295> Acesso em:12 maio 2015.

PINTO, Silvia Patricia Lima de Castro e VON SIMSON, Olga Rodrigues de Moraes. Instituições de Longa Permanência para Idosos no Brasil: Sumário da Legislação. **Rev. Brasileira de Geriatria e Gerontologia**, vol.15, nº1, Rio de Janeiro: 2012. Disponível em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1809-98232012000100018. Acesso em 19 julho 2015.

PNUD - Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório do Desenvolvimento Humano 2014 (Resumo)**. New York, USA. 2014. Disponível em <http://hdr.undp.org/sites/default/files/hdr14_summary_pt.pdf>. Acesso em 10 novembro 2014.

SMSC Secretaria Municipal de Saúde de Curitiba. Prefeitura Municipal de Curitiba. **Relação de nomes das Instituições de Longa Permanência para Idosos (ILPIs)**. Curitiba, PR. 2014.

TIER, C. G.; FONTANA, R. T.; SOARES, N. V. Refletindo sobre idosos institucionalizados. **Revista Brasileira de Enfermagem**, 2004. 57(3), 332-335.

ZEISEL, John; SILVERSTEIN, Nina M; HYDE, Joan; LEVKOFF, Sue; LAWTON M. Powell; HOLMES, William. Environmental correlates to behavioral health outcomes in Alzheimer's special care units. **The Gerontologist**, v.. 43, n. 5, p. 697-711, 2002. Disponível em: <<http://gerontologist.oxfordjournals.org/content/43/5/697.short>> Acesso em 15 junho 2015.



SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

MÉTODO INTEGRADO DE PROJETO E PRODUÇÃO PARA EMPRESAS ENGINEER-TO-ORDER COM APOIO DE BIM

SHIGAKI, Jeferson Shin-Iti (1); FORMOSO, Carlos Torres (2)

(1) e-mail: js_shigaki@yahoo.com.br (2) UFRGS, (51) 3308-3518, e-mail: formoso@ufrgs.br.

RESUMO

No setor de pré-fabricados, empresas caracterizadas pelo sistema produtivo engineer-to-order (ETO) têm adotado uma estrutura em que suas atividades são interligadas verticalmente através das distintas etapas na cadeia interna de valor e horizontalmente entre disciplinas do empreendimento. No entanto, a falta de integração faz com que informações nem sempre estejam devidamente disponíveis. Estudos empíricos realizados em uma empresa de estruturas metálicas identificaram oportunidades nas interfaces entre projeto-ppc-fabricação-logística-montagem. O objetivo deste trabalho é propor um método de desenvolvimento integrado entre setores apoiados por BIM.

Palavras-chave: Engineer-to-order. BIM. Integração vertical. Integração produto-processo.

ABSTRACT

In prefabrication, engineer-to-order companies have adopted a structure in which activities are vertically interlinked along the internal value chain and horizontally among the project disciplines. However, poor integration implies that information is not always properly available. The empirical studies developed with a steel fabricator identified opportunities in the interfaces between design-ppc-fabrication-logistics-assembly. The objective is to devise an integrated method between these sectors supported by BIM.

Key-words: *Engineer-to-order. BIM. Vertical integration. Product-process integration.*

1 INTRODUÇÃO E REFERENCIAL TEÓRICO

Quando comparado a outras indústrias, principalmente com algumas das manufaturas tradicionais, a construção apresenta peculiaridades que influenciam as características de seus produtos e modos de produção como: (1) produção local; (2) produção única (*one-of-a-kind*); (3) organizações temporárias (Koskela, 2000). No contexto de uma indústria altamente especializada e fragmentada, os empreendimentos têm sido desenvolvidos por uma coalizção de empresas com o cliente ou seu representante. Segundo Vrijhoef e Koskela (2005) estas coalizações são entendidas como um número de empresas independentes que se unem pelo propósito de realizar um empreendimento específico.

A fim de reduzir os impactos destas peculiaridades, soluções alternativas têm sido adotadas como: design modularizado, edifícios pré-projetados, e manufatura externa (Koskela, 2000). Apesar das suas vantagens, estas abordagens implicam na necessidade de alinhar estratégias entre seus intervenientes, que estão acostumados a trabalhar sob seus próprios processos de negócio e *workflow*. Em muitos casos, esta coordenação pode ser um grande desafio, e o time temporário do empreendimento não consegue entregar os benefícios esperados pelos seus clientes.

Neste aspecto, métodos de provisionamento (*procurement*) desempenham um papel importante na configuração destes times temporários para a entrega dos empreendimentos. Alternativamente, algumas empresas de engenharia e construção têm combinado diferentes disciplinas e expertises sob a configuração de empresas de serviço total (Hoover, 2013). Na manufatura, a integração vertical tem sido adotada com a intenção de facilitar as empresas a obterem controle sobre todo o processo e posicioná-las mais próximas ao usuário final, através da fusão de negócios em diferentes estágios da produção. Na construção, o setor de pré-fabricados tem incorporado esta configuração vertical para empresas que projetam, fabricam e montam seus produtos. Elas apresentam algumas características em comum com a manufatura tradicional ao mesmo tempo em que lidam com processos típicos da construção.

A natureza *one-of-a-kind* de boa parte dos empreendimentos e produtos da construção pode ser relacionado, em alguns casos, com a estratégia de produção caracterizada por *engineer-to-order* (ETO). Assim, oferece produtos padronizados com possibilidade de modificações e customizações (Gosling e Naim, 2009) a fim de atender requisitos individuais de seus clientes, tendo o Ponto de Desacoplamento da Ordem do Cliente a fase de projeto. Com exceção do menor impacto para soluções pré-projetadas do tipo *make-to-order* (MTO), também usadas em pré-fabricados, as interfaces de comunicação e troca de informação entre os times de projeto, manufatura, logística e obra se tornam críticas diante da complexidade do sistema e necessidade de alinhamento de processos.

Estratégias de trabalho colaborativo apoiados por Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) tem sido um importante aspecto para o gerenciamento do ciclo de vida do produto ao longo dos últimos anos, no sentido de tratar problemas relacionados à natureza fragmentada da indústria. Em especial, o conceito de *Building Information Modeling* (BIM) tem sido adotado para abordar a troca alinhada de informação entre os intervenientes ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Eastman et al. (2011) relatam que fabricantes ETO são possivelmente um dos maiores beneficiados na utilização de BIM no processo construtivo. Por natureza, os componentes de soluções ETO demandam engenharia sofisticada e colaboração entre seus projetistas com o objetivo de alcançar a interface adequada entre os sistemas.

Este estudo está sendo desenvolvido em uma empresa de estruturas metálicas pré-fabricadas ETO, que também é caracterizada por esta configuração que incorpora diferentes setores da cadeia de valor. Seus produtos, embora ligadas a indústria metal-mecânica, se relacionam diretamente com o mercado e fornecedores da construção. A empresa também adota um conjunto de TICs no apoio aos processos de projeto, produção e gestão da informação, incluindo ferramentas CAE, CAD/BIM, CAM e ERP.

Neste caso, é necessário considerar o impacto da cadeia de suprimento sob duas perspectivas simultaneamente: (1) em relação ao empreendimento, caracterizado pela formação de times temporários de fornecedores especializados; (2) em nível da organização, em que a cadeia interna de valor precisa ter seus processos alinhados entre suas unidades funcionais ou departamentos. Desta forma, depara-se com um cenário configurado por: (1) uma composição horizontal formada por times multidisciplinares, fortemente influenciados pelos métodos de *procurement* e contrato, e que poderiam adotar métodos de entrega integrada como LPDS, IPD, IDDS; e (2) composição vertical da própria empresa, formada pelos vários departamentos ou funções internas. Neste caso, identifica-se a falta um método ou abordagem para desenvolver e entregar projetos integrados com o apoio de BIM, que sejam orientadas para empresas ETO verticalmente integradas no setor da construção. Esta “nova” abordagem, não exclui os métodos de

entrega integrada existentes. De fato, essas empresas precisam de ambas ao mesmo tempo: uma em nível do empreendimento e outra em nível da organização.

Dentro do escopo desta pesquisa, procura-se responder: Como o uso de BIM pode contribuir para a integração vertical de processos do ciclo de vida (especialmente entre as fases de projeto e produção) de produtos pré-fabricados em empresas ETO? O objetivo é propor um método integrado de projeto e produção para empresas ETO de pré-fabricados com o apoio de BIM orientado para a integração vertical das unidades da cadeia interna de valor. Serão observadas estratégias em troca colaborativa de informação entre departamentos interdependentes destas empresas.

2 MÉTODO DA PESQUISA

A estratégia de pesquisa adotada é a **Design Science Research**, também encontrada como Pesquisa Construtiva. Trata-se de uma abordagem sócio técnica, prescritiva por natureza, e focada no paradigma de solucionar problemas encontrados no mundo real. Lukka (2003) a define como um procedimento de pesquisa para produzir construções inovadoras, com o intuito de solucionar problemas em face ao mundo real, o que significa fazer contribuições para a teoria da disciplina na qual é aplicada. Os elementos-chave para esta abordagem são: relevância prática do problema e solução, conexão com teorias anteriores, funcionalidade prática da solução, e contribuição teórica do estudo. Visando a elaboração de artefatos, os tipos de saídas indicadas por March e Smith (1995) são: constructos representativos, modelos, métodos, e instanciações.

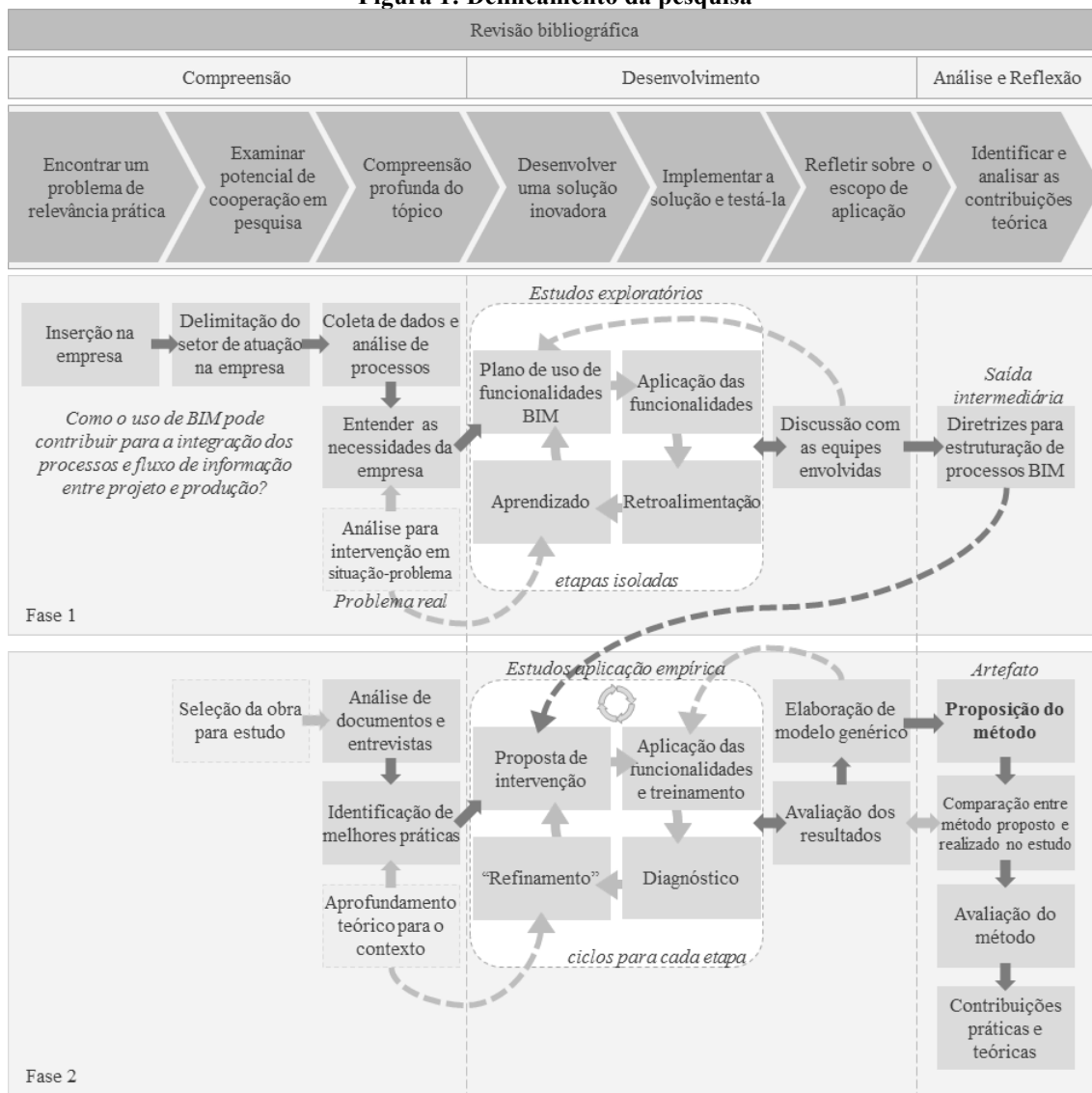
O problema real está relacionado aos desafios de integrar processos de projeto e produção e de alinhar o fluxo de informação entre os times envolvidos. A pesquisa está posicionada para o público-alvo empresas ETO de pré-fabricados. O **artefato** a ser produzido é um **método** para a integração de práticas no desenvolvimento e entrega entre os setores de projeto e produção destas empresas apoiado por BIM. A pesquisa está estruturada segundo os passos propostos por Lukka (2003), e passam por duas grandes fases de cunho empírico: (1) estudos exploratórios para definição dos constructos do método e estratégias de implementação; e (2) desenvolvimento aplicado em um empreendimento chave e consolidação. Nesta segunda, a aplicação nas diferentes etapas de projeto e produção fez com que se gerassem rodadas de aplicação, sendo replicados com cada time/etapa do processo de um empreendimento selecionado.

A empresa é uma das maiores fabricantes de estruturas metálicas do país, possui plantas em três cidades, aproximadamente 200 contratos simultâneos, e atuam nos segmentos: edifícios industriais, multi-pavimentos, infraestrutura e galpões padronizados rápidos, além de prestar serviços técnicos. Os três primeiros são conduzidos como ETO, enquanto o quarto, MTO. Em função das características dos produtos desenvolvidos, cada unidade de negócio atua com alguns processos específicos, assim como utilizam softwares e equipamentos diferentes. Quanto à configuração das unidades, são compostas por times que atendem as várias etapas do processo de desenvolvimento de produto: comercial, engenharia-orçamento, planejamento, projeto-aprovação, projeto-detalhamento, estrutura do produto, manufatura, logística, montagem. Estes times, em grande parte, estão geograficamente distantes.

A empresa tem implementado Lean há alguns anos, e parcerias com a Universidade tem sido conduzida neste sentido. O escopo inicial da pesquisa contemplava o uso de BIM como uma ferramenta de apoio à gestão da produção. Até este ponto, as pesquisas do

grupo da Universidade haviam sido desenvolvidas na unidade de edifícios industriais. No entanto, os pesquisadores foram informados sobre o uso de BIM pelo time de engenharia da unidade de edifícios multi-pavimentos. A partir de então o escopo e objetivos foram revisados em função das novas oportunidades nesta área.

Figura 1: Delineamento da pesquisa



3 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

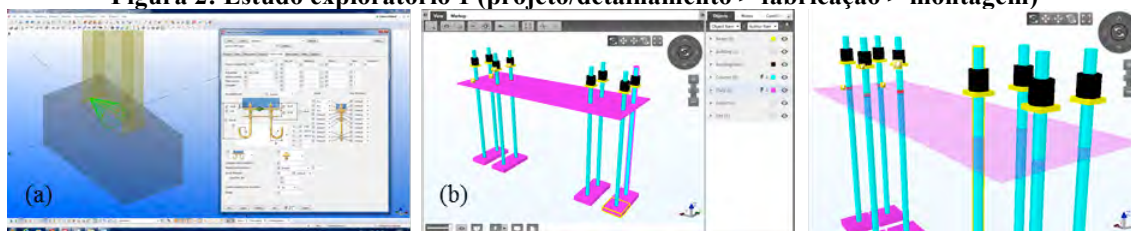
Estudos exploratórios: identificação de oportunidades e definição de diretrizes

O primeiro estudo exploratório foi dado por acompanhamento externo da execução da estrutura de uma fábrica moveleira. Os principais problemas eram: troca de informação imprecisa, falta de compreensão dos documentos de projeto e comunicação falha entre os times de projeto-fabricação-montagem. Uma evidência prática do problema foi: o tamanho do furo na chapa de base das colunas não era suficiente para receber os parafusos. Eles foram especificados exatamente com o mesmo diâmetro e sem uma folga mínima. Assim, a fabricação das chapas foi realizada de acordo com o projeto (as máquinas CNC apenas realizaram a furação conforme numericamente programada). O problema só foi identificado depois que os componentes chegaram ao canteiro de obras. Como contra medida, as furações de alargamento foram realizadas na obra implicando

no atraso do cronograma, custo adicional pelo aluguel não previsto de equipamentos e horas trabalho. Além disso, outras tarefas interdependentes não puderam ser executadas, afetando não somente o cronograma da montagem, como todo a logística e operações de canteiro. Acarretou também no *feedback* para as equipes de projeto e nova programação da manufatura. O mesmo empreendimento ainda viria a sofrer com problemas de causa similar ao ocorrido com as chapas de base em alguns contraventos.

Como medida alternativa, foram explorados outros softwares BIM de projeto e ver como se comportavam em relação ao modo de especificação destes aspectos. Um dos pontos observados é que na modelagem e especificação (a), são indicados campos que atuam como “*poka-yokes*” de projeto, evitando que especificações importantes sejam esquecidas. Em outro empreendimento, de características semelhantes, testou-se ferramentas de *clash detection* (b), com fins de análise de tolerância, permitindo identificar ausências ou dimensões insuficientes de folgas, ou ainda aspectos de conflito espacial de componentes além de dificuldades de acesso/construtibilidade.

Figura 2: Estudo exploratório 1 (projeto/detalhamento > fabricação > montagem)



Um segundo estudo exploratório foi realizado durante as fases iniciais de projeto de um hangar. Empreendimento-chave para a empresa, seu projeto se tornava complexo pela grande quantidade de componentes, dimensão da estrutura, local de instalação e exigência do cliente. Neste caso, logo no início do processo foi realizada uma simulação 4D com o modelo conceitual. A solicitação foi feita pela equipe de orçamento, e tinha como objetivo analisar possíveis sequências de montagem e dimensionamento das equipes em combinação com a linha de balanço. Também visava à identificação de problemas críticos e auxílio na tomada de decisão relativa à definição de áreas de estoque e pré-montagem em solo, seleção de equipamentos, além da comunicação com o cliente.

Figura 3: Estudo exploratório 2 (projeto/orçamento > planejamento > montagem)



Em comum, estes estudos realçaram a necessidade de interação entre os departamentos, cujas entregas afetam fortemente o trabalho das equipes a jusante no processo. Também ficou evidente a necessidade de fornecer requisitos de informações às equipes a montante, de modo que o modelo contemplasse dados necessários para a utilização de funcionalidades BIM não sistematicamente realizadas até o momento.

Estudo empírico: desenvolvimento e implementação da primeira versão

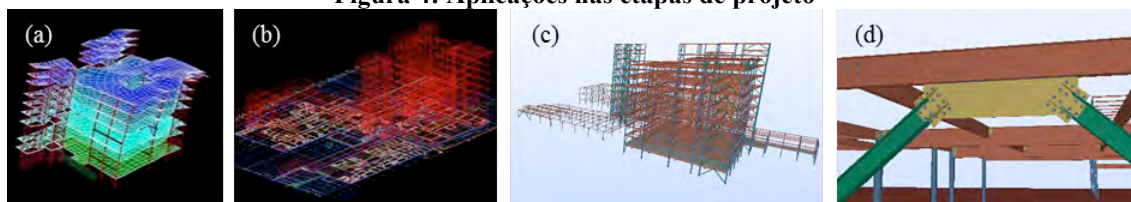
Nesta fase da pesquisa, foi selecionado um empreendimento da unidade multi-pavimentos (com implementação parcial de BIM nas fases de projeto) na qual fosse possível acompanhar o máximo de etapas do processo de desenvolvimento de produto. O empreendimento em questão é um hospital, e a empresa é responsável apenas pela estrutura metálica, atuando como fornecedor subcontratado. Como objetivo a nível

operacional, visava-se avaliar o impacto da implementação estendida de BIM para as fases a jusante, como manufatura e planejamento da produção, através da reutilização da informação semântica disponibilizadas nos modelos gerados pelo time de projeto. Como estratégia produtiva, a empresa secciona o empreendimento em etapas com o intuito de diminuir o tamanho dos pacotes de trabalho. Com isso, foi possível avaliar o ciclo de desenvolvimento da primeira etapa, mesmo sem que a obra esteja concluída.

Durante a etapa de projeto, foi observado o fluxo de informação entre os times internos e a maneira que o modelo era abastecido com informação. No processo atual, após as negociações do time comercial e gestão de contratos, a engenharia recebe os projetos do cliente, seja arquitetônico ou pré-lançamento estrutural. Então é realizado um novo lançamento em software CAE para análise estrutural (4a), e libera modelo esquemático para orçamento e planejamento macro. Este modelo é encaminhado para o time de projeto/modelagem, que se baseia em informações do arquitetônico e análise estrutural para lançar o modelo de aprovação (4b). No momento, é utilizado o formato de arquivo CIS/2 (CIMSteel Integration Standards) como extensão para interoperabilidade entre software CAE e BIM de estrutura metálica. Como saída, são gerados os documentos para aprovação do cliente, revisão do cronograma, podendo também ser usado externamente para coordenação geométrica (4c).

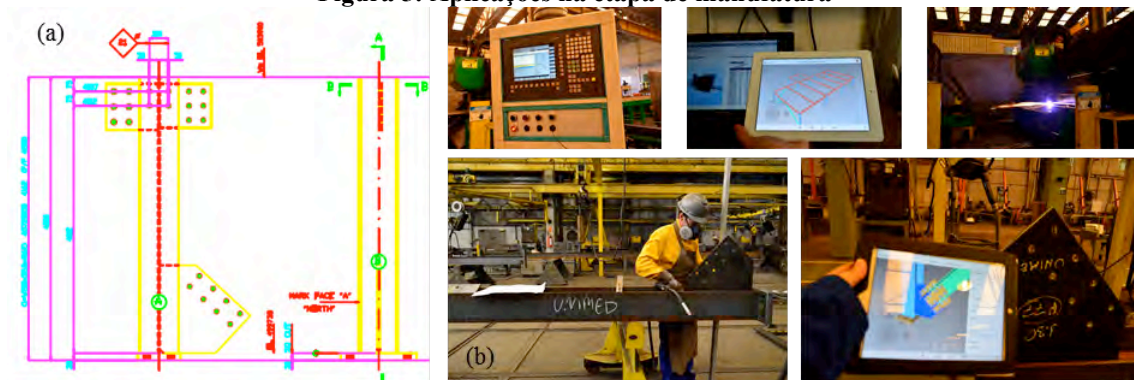
Como intervenção, foi proposta a aplicação das funcionalidades BIM não usadas no processo atual como *rule checking* e análise de tolerância usando ferramentas de *clash detection*. Os testes permitiram identificar especificações equivocada de componentes (ex. coluna de concreto como sendo estaca) além de conflitos espaciais entre componentes, principalmente com os contraventos. Neste momento foi discutida a necessidade de padronizar internamente os níveis de desenvolvimento (LOD) de saída de cada etapa do processo de projeto (correspondentes às entregas). Uma vez aprovado pelo cliente, o time de projeto segue com o detalhamento em nível de fabricação (d).

Figura 4: Aplicações nas etapas de projeto



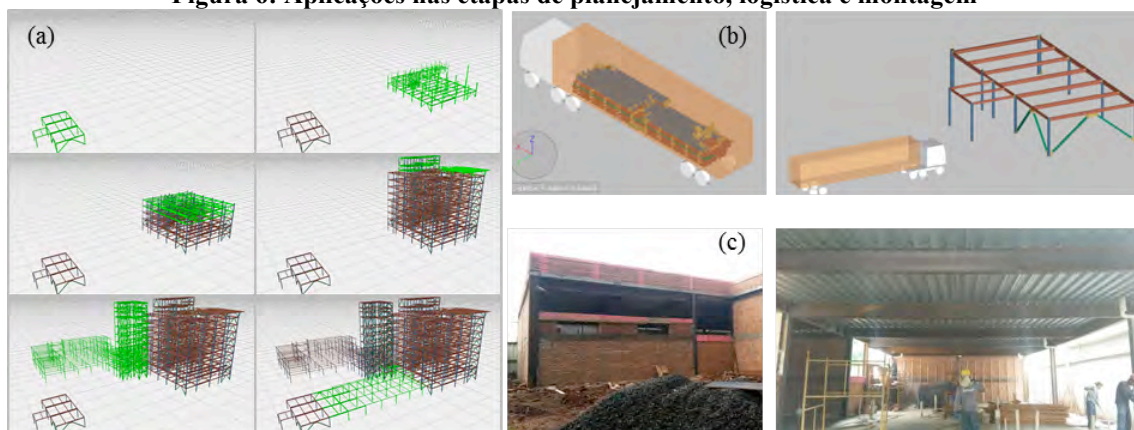
Para as etapas posteriores ao detalhamento do modelo, embora as atividades utilizassem informações derivadas do modelo, elas não eram pensadas sistematicamente como parte de processos BIM. Como saídas eram extraídos os dados para abastecer o sistema ERP, os códigos numéricos para a programação das máquinas CNC pelos times de PCP da fábrica, e desenhos CAD (5a) de conferência de fabricação. Estes desenhos gerados automaticamente pelo software são cotados e sem escala, e tem como objetivo principal auxiliar a conferência de posição e quantidade de cortes, furos e soldas, ainda no chão de fábrica. Embora elas enfatizem a informação principal, preservam dificuldades de interpretação pela equipe operacional, que se beneficiaria da informação gráfica tridimensional disponibilizada pelos modelos BIM já prontos. Com informações inteligentes associadas, também foram utilizados os códigos dos componentes para agrupar os perfis e acessórios derivados de máquinas separadas (5b). Apesar do teste com *tablets*, foi optado pelo uso de computadores desktop em função da coordenação motora pesada dos trabalhadores em operação e uso das luvas de segurança.

Figura 5: Aplicações na etapa de manufatura



Em paralelo, foi proposta a utilização nas atividades de planejamento, logística e montagem, até então realizadas sem BIM. Com base em arquivos IFC (Industry Foundation Classes) do modelo, foram realizadas simulações 4D com as etapas previstas em cronograma (6a), com base em experiências recentemente testadas na empresa. Para as próximas fases da pesquisa, espera-se que sejam realizadas simulações específicas das etapas, com o modelo atualizado e incorporando aspectos do projeto do sistema de produção (PSP) como áreas de circulação, armazenamento de materiais, equipamentos e outras circunstâncias críticas do canteiro. Além disso, foi explorado o potencial de modelar os planos de carga (6b), com base em um método (em desenvolvimento por outra pesquisa) que considera a entrega de sub-etapas completas da obra, distribuição por peso e dimensão das peças ajustados ao veículo escolhido. Deverá implicar na otimização de tempo e melhora na segurança das operações de içamento pela definição dos lastros, facilitar a destinação de peças no descarregamento, além proporcionar oportunidade para que os times de PCP fábrica, logística e montagem dialoguem na definição destes planos. Finalmente, este estudo pretende utilizar BIM nas fases de montagem no canteiro.

Figura 6: Aplicações nas etapas de planejamento, logística e montagem



Apesar do amplo potencial já disponível para esta etapa de obra, as primeiras implementações deverão ser relativas à disponibilização de painéis visuais com *screenshots* da sequência de montagem e simulações 4D para o PCP da obra, visando estudar operações críticas por condições do canteiro ou interferências com outros fornecedores; visualização do modelo pelas equipes de montagem in-loco; e atualização do status de conclusões de etapas para controle de progresso do empreendimento em relação a produção da estrutura metálica. Os demais usos e funcionalidades deverão ser analisados junto à empresa para atender necessidades específicas.

4 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Tendo em vista a elaboração de um método integrado, as atividades realizadas até o momento permitiram identificar os fluxos de informação existentes entre os times da cadeia interna de valor, bem como foram testadas aplicações de funcionalidades BIM não usadas sistematicamente no processo atual. A forte interdependência entre os times faz com que seja desejável a estruturação de um canal principal de dados, na qual os times extraem e abastecem ao longo do ciclo de desenvolvimento do produto. Também fica evidente a necessidade de estabelecer estratégias de colaboração devido à alta variabilidade entre os empreendimentos e a natureza complexa dos produtos ETO, de modo a exigir um método que seja ao mesmo tempo suficientemente estruturado, flexível e que aproveite o conhecimento tácito dos intervenientes. Para as próximas etapas, deve ser realizada uma nova rodada de aplicação para consolidar o método (primeira versão a ser apresentada no evento), quando o conteúdo e as relações entre as informações referentes aos times da cadeia de valor deverão ser delineados, visando inicialmente potencializar a comunicação entre os participantes com reaproveitamento da informação digital do produto, para que em médio prazo, a organização possa estabelecer uma gestão do conhecimento mais efetiva. Espera-se que o método possa ser adaptado pelas empresas ETO conforme as características de seus produtos, tecnologias adotadas e estrutura organizacional da cadeia interna de valor e seja aplicado em combinação dos os métodos de entrega integrada existentes. Serão envolvidos intervenientes das esferas estratégicas, gerenciais e operacionais, sendo os principais beneficiados: aqueles a jusante no processo e as equipes funcionais com interfaces complexas com outras equipes (dentro e fora das fronteiras da empresa). Serão sugeridos artificios facilitadores de colaboração nas interfaces até que as relações amadureçam e proporcionem condições de desenvolvimento integrado, com acumulação de experiências e consolidação de melhores práticas.

REFERÊNCIAS

- EASTMAN, C.M.; TEICHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **BIM Handbook: a guide to building information modelling for owners, managers, designers, engineers, and contractors**. John Wiley and Sons, Inc., 2008.
- GOSLING, J.; NAIM, M. M. Engineer-to-order supply chain management: A literature review and research agenda. **International Journal of Production Economics**. v. 122 (2), p. 741-754, 2009.
- HOOVER, S. **Beyond Vertical Integration: The Re-engineering of the design and construction industry**. FMI White Paper, 2013.
- KOSKELA, L. **An exploration towards a production theory and its application to construction**. Helsinki University of Technology, Espoo, 2000.
- LUKKA, K. **The constructive research**. In: Case study research in logistics (edited by Ojala, L.; Hilmola, O-P). Series B1, p. 83-101. Turku School of Economics and Business Administration, 2003.
- MARCH, S.T.; SMITH, G.F. Design and natural science research on information technology. **Decision Support Systems**. v. 15 (4), p.251-266, 1995.
- VRIJHOEF, R.; KOSKELA, L. **Revisiting the three peculiarities of production in construction**. Proceedings 13th Annual Conference of the International Group for Lean Construction – IGLC 13 Sydney, July 2005.



ISBN: 978-85-67169-04-0

SIBRAGEC ELAGEC 2015

São Carlos / SP - Brasil - 7 a 9 de outubro

CONTROLE DE RISCOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE FERRAMENTAS DE ACOMPANHAMENTO REMOTO

OLIVEIRA, Victor Hugo M. (1); SERRA, Sheyla M. B.(2)

(1) e-mail: victorhugomazon@gmail.com (2) Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), (44) 9141-2922, e-mail: sheyla.ufscar@gmail.com.

RESUMO

A atual configuração da indústria da construção civil necessita de melhorias nos seus processos construtivos e sistemas de gestão e de segurança dos seus canteiros de obras. Historicamente, a construção civil apresenta altos índices de acidentes do trabalho, tornando necessária a realização de pesquisas que reduzam os riscos de acidentes nos canteiros de obras. Para isso, mudanças no pensamento estratégico se fazem necessários para conduzir o setor à introdução de novas tecnologias com o intuito de produzir ambientes integrados, seguros e com alta produtividade. Esta lacuna tecnológica formulou uma demanda que direcionou a investigação proposta por essa pesquisa a fim de demonstrar a viabilidade da utilização de métodos de acompanhamento remoto na identificação de pessoas e áreas de risco. Para tal fim, a Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) contribuirá como um instrumento tecnológico de identificação através de sinais de Rádio Frequência (RFID) na configuração do sistema de monitoramento a ser adotado pela pesquisa. Nesse sentido, o objetivo desse trabalho consiste em produzir estudos direcionados à elaboração de ferramentas de gestão de segurança, e gerenciamento de pessoas e equipamentos remotamente. Espera-se com isso, obter resultados que indiquem a viabilidade tecnológica e econômica da utilização do acompanhamento remoto por meio do RFID em larga escala para que o mesmo possa se tornar uma ferramenta efetiva de melhoria da segurança no canteiro de obras.

Palavras-chave: RFID. Tecnologia da Informação e Comunicação. Construção Civil. Gestão de pessoas. Segurança do trabalho.

ABSTRACT

The current construction industry configuration needs improvement in its construction processes, management systems and in the security of its construction sites. Historically, the civil construction shows high rates of occupational accidents, making it necessary to carry out research to reduce the risk of accidents at construction sites. For this, changes in strategic thinking are necessary to drive the industry to introduce new technologies in order to produce integrated environments, safe environments and high productive. This technological gap has formulated a demand that directed research proposed by this research to demonstrate the feasibility of using remote monitoring methods to identify persons and risk areas. To this objective, the Information and Communication Technology (ICT) will contribute as a technological tool of identification through radio frequency signals (RFID) in the monitoring system configuration to be adopted by research. Therefore, the objective of this research is to produce studies aimed at developing security management tools, and managing people and equipment remotely. It is expected to get results indicating the technological and economic viability of using remote monitoring with RFID on a large scale so that it can become an effective tool to improve safety on the construction site.

Keywords: RFID. Information and communication technology. Civil Construction. People management. Workplace safety.

1 INTRODUÇÃO

Historicamente a construção civil apresenta um grande índice de acidentes do trabalho, ocorridos principalmente nos canteiros de obra. Segundo BRASIL (2014), o setor é geralmente visto tanto pelo governo quanto pelos trabalhadores e setores empresariais, como sendo um das atividades em que mais ocorrem acidentes que resultam em lesões temporárias e permanentes, eventualmente levando ao óbito de trabalhadores.

Este cenário crítico motivou o desafio apresentado por este trabalho em demonstrar a viabilidade operacional em termos tecnológicos e econômicos, mesmo sendo esta uma tecnologia já difundida em outros setores da economia, e a importância da aplicação deste sistema de monitoramento remoto para um melhor planejamento e para o desenvolvimento de um ambiente seguro nos canteiros de obras.

Essencialmente o propósito aqui estabelecido foi de produzir uma ferramenta de monitoramento remoto utilizando como instrumento um sistema de Identificação por Rádio Frequência, do inglês “*Radio-Frequency Identification*” (RFID), capaz de: alertar os funcionários, através de aviso sonoro ou aviso vibratório, ao se aproximarem de áreas de risco; identificar pessoas e equipamentos dentro do canteiro de obras.

Agregando distinção a outros métodos de monitoramento utilizados em canteiros, está o propósito de combinar as aplicações da tecnologia RFID em um “centro de controle remoto” projetado para monitorar e documentar todos os dados relativos à conduta em tempo real de pessoas e equipamentos como: controlar a aproximação dos trabalhadores a áreas de risco, controlar o acesso ao canteiro, monitorar peças e ferramentas.

Os métodos e ferramentas usualmente empregados na identificação de áreas de risco como placas de sinalização, faixas de alerta, pinturas de piso e parede com cores de alerta, não compartilham do princípio de ativar instantaneamente a atenção do funcionário por som ou vibração, mesmo que este, apesar de reconhecidamente encontrar-se em um ambiente de risco, não estiver atento. Os dados apontados por BRASIL (2014) destacando a ocorrência sistemática de acidentes atestam a atual realidade desse problema.

De encontro ao difícil panorama vivido pelo setor, está a inegável evolução que o mercado tem imposto as empresas no sentido de se desenvolverem e investirem em novas ferramentas de tecnologia da informação e comunicação (TIC) que reduzam os acidentes, melhorem a produtividade, diminuam os desperdícios e aumentem o controle das atividades do canteiro de obras para se manterem competitivas. Um forte sinal dessa evolução é o fato de desktops, notebooks e tablets não serem mais equipamentos restritos aos escritórios e estarem presentes habitualmente nos canteiros de obras.

Apesar das significativas vantagens, infelizmente a utilização de TIC nos canteiros de obras no Brasil é muito baixa por inúmeros motivos. Segundo Soibelman apud Nakamura (2012), existe certo desconhecimento no Brasil sobre as principais TIC's que podem ser aplicadas na construção. Para este professor, por exemplo, o RFID, é um exemplo de inovação na construção, que deveria ser mais estudada.

Para Mehrjerdi (2008), a indústria da construção tem mostrado grande interesse em usar a tecnologia e sistemas RFID. Entretanto, ainda existem poucos exemplos das aplicações desta tecnologia, tornando-se importante atrair a atenção de pesquisadores e profissionais em projetos do mundo real.

Existe, portanto, uma lacuna tecnológica no estudo da aplicação desta tecnologia voltada para a construção civil que vise demonstrar a viabilidade de utiliza-la como uma

ferramenta de acompanhamento remoto de identificação de pessoas e de áreas de risco por meio do desenvolvimento e emprego de um sistema RFID. Isto devido a limitações de aplicabilidade ainda a serem testadas e desenvolvidas diretamente no canteiro.

Diante desse cenário, a investigação de um novo caminho, que contribua com inovações voltadas ao desenvolvimento de novas ferramentas com aplicabilidade específica na segurança e saúde do trabalhador e na gestão de funcionários e equipamentos, fazendo uso de ferramentas de TIC consagradas em outros setores, mostra-se como uma resposta à demanda por inovações assinaladas pela indústria da construção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

A gestão da Segurança e Saúde no Trabalho (SST) pode ser definida como a busca do estado de estar livre de riscos aceitáveis de danos nos ambientes de trabalho, garantindo o bem estar físico, mental e social dos trabalhadores (BENITE, 2004).

A Organização Internacional do Trabalho (OIT, 2005) indica que garantir a segurança e saúde do trabalho é dever do empregador, que deve mostrar forte comprometimento com as atividades de SST, bem como garantir um Sistema de Gestão da Saúde e Segurança do Trabalho (SGSST).

A compreensão da SST se aprofunda com base na definição dos conceitos relativos a acidente de trabalho e gestão de segurança conforme estabelecido na sequência deste trabalho.

Acidente de trabalho

A Lei nº 8.213, de 24 de julho de 1991 indica como conceito legal de acidente de trabalho:

“o que ocorre pelo exercício do trabalho a serviço da empresa ou pelo exercício do trabalho dos segurados referidos no inciso VII do art. 11 desta Lei, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte ou a perda ou redução, permanente ou temporária, da capacidade para o trabalho” (BRASIL, 1991).

Souza (2007) fornece outra conceituação para acidente de trabalho, e define o mesmo como qualquer ocorrência não programada, inesperada, que interfere ou interrompe o processo normal de uma atividade, trazendo como consequência, perda de tempo, dano material ou lesões aos trabalhadores.

Binder e Almeida (1997) salientam que, apesar do termo “acidente de trabalho” insinuar um fenômeno não previsto, na verdade trata-se de fenômenos previsíveis, que podem ser prevenidos por meio de neutralização ou de eliminação dos fatores capazes de desencadeá-los.

Segurança do trabalho na construção civil

De acordo com dados da OIT (2013), ocorrem anualmente 270 milhões de acidentes de trabalho em todo o mundo. Aproximadamente 2,2 milhões deles resultam em mortes. No Brasil, segundo o relatório, são 1,3 milhão de casos, que têm como principais causas o descumprimento de normas básicas de proteção aos trabalhadores e más condições nos ambientes e processos de trabalho.

Segundo Santos (2013), analisando-se o setor da construção civil em relação ao número total de acidentes do trabalho ocorridos no Brasil, nota-se um acréscimo evolutivo de 2006 para 2010. Os números indicados por Brasil (2014) mostram que enquanto o total de acidentes no Brasil cai 6,7% no período de 2008 a 2012, o total de acidentes no setor da construção civil aumenta 19%. Evidentemente esse diferencial nas taxas de variação fez com que a construção civil tivesse participação crescente no total de acidentes do trabalho no país. Em 2008 os acidentes na construção civil representaram 6,9% do total de acidentes, passando a representar 8,9% em 2012, evidenciando o crescente peso desse setor na ocorrência de acidentes do trabalho.

De fato, a atual situação dos sistemas de segurança não tem sido suficientemente eficaz no combate aos acidentes apresentados pelo setor, justificando, portanto, as respostas que podem ser alcançadas com o desenvolvimento de sistemas como o de monitoramento remoto por rádio frequência ou outros.

Sistema de rastreamento por Rádio Frequência

No sentido de desenvolver a aplicação da tecnologia na construção, o uso da TIC tem crescido consideravelmente abrangendo diversas fases do ciclo de produção, desde a fase de concepção do empreendimento até a fase de uso e manutenção, permeando também, pela fase de gestão da produção no canteiro.

Para Vieira (2006) existe uma gama muito grande de tecnologias operacionais à disposição e que estão sendo utilizadas no setor industrial de forma crescente. Algumas dessas tecnologias poderiam ser aplicadas na construção, como: código de barras e leitores; Intercâmbio Eletrônico de Dados (EDI – *Electronic Data Interchange*), Sistema de Gerenciamento de Armazém (WMS – *Warehousing Management System*), tecnologia de Identificação por Etiquetas Inteligentes (RFID), entre outros.

A tecnologia objeto deste estudo é brevemente definida por Glover e Bhatt (2006, p.1), como:

RFID, termo que descreve alguns sistemas de identificação em que um dispositivo eletrônico que usa rádio frequência ou variação do campo magnético é fixado em um item.

De maneira simplificada, o RFID é um conceito similar ao código de barras. É visto como um meio de melhorar os processos de dados e é complementar às tecnologias existentes. Tem sido usado em aplicações ferroviárias e portuárias em países como: África do Sul, Argentina, Austrália, Brasil, Canada, China, Coréia do Sul, Hong Kong, Japão, Malásia, México, Nova Zelândia, Singapura e Tailândia (ROBERTS, 2006).

O sistema é composto pelas *Tags*, que são os dispositivos fixados ao item que se quer rastrear, e o *Reader*, que é o dispositivo leitor capaz de reconhecer a presença das *Tags*, e ler as informações contidas nela (GLOVER; BHATT, 2006).

Após ler as informações das *Tags*, o *Reader* transfere a um sistema as informações da presença e dados contidos nas *Tags* presas ao item rastreado. O sistema que os *Readers* se comunicam são geralmente *softwares* chamados de *RFID Middleware*.

Giretti et al. (2009) complementa que há uma série de contribuições que aceitam o sistema de rastreamento de posições como um valioso meio para a gestão, gerenciamento, controle e desenvolvimento de tarefas na construção civil.

De fato, a amplitude de possibilidades aplicacionais faz dessa tecnologia um instrumento de coleta de dados operacionalmente significativo. Algumas dessas aplicações podem ser elencadas como: gestão de materiais e insumos, gestão de pessoas e situações de risco.

Contudo, a implantação de novas tecnologias estabelecem desafios. Para Dias (2012) um dos principais desafios na implantação da tecnologia está na limitação técnica profissional. O conhecimento técnico adequado é fundamental para atingir o sucesso em uma implantação do sistema RFID e por consequência, colher os resultados da tecnologia.

A autora complementa ainda que não basta instalar umas antenas, conectá-las ao leitor, ligar este leitor a um computador e passar os objetos já etiquetados, com a finalidade de identifica-los. Implantar RFID demanda de muito mais conhecimento técnico para que se possam regular as potências nas saídas do transmissor, ajustar os ângulos das antenas de modo a garantir que o portal tenha uma zona de interrogação, ou seja, a área onde ocorre a troca de informações, mais estável e eficiente (DIAS 2012).

Acredita-se, portanto, que é preciso repensar os processos. Introduzir tecnologias que realmente são de impacto como a aplicação do RFID não significa repetir de forma informatizada processos existentes, mas sim, propor uma maneira de gerir ações de uma forma inovadora.

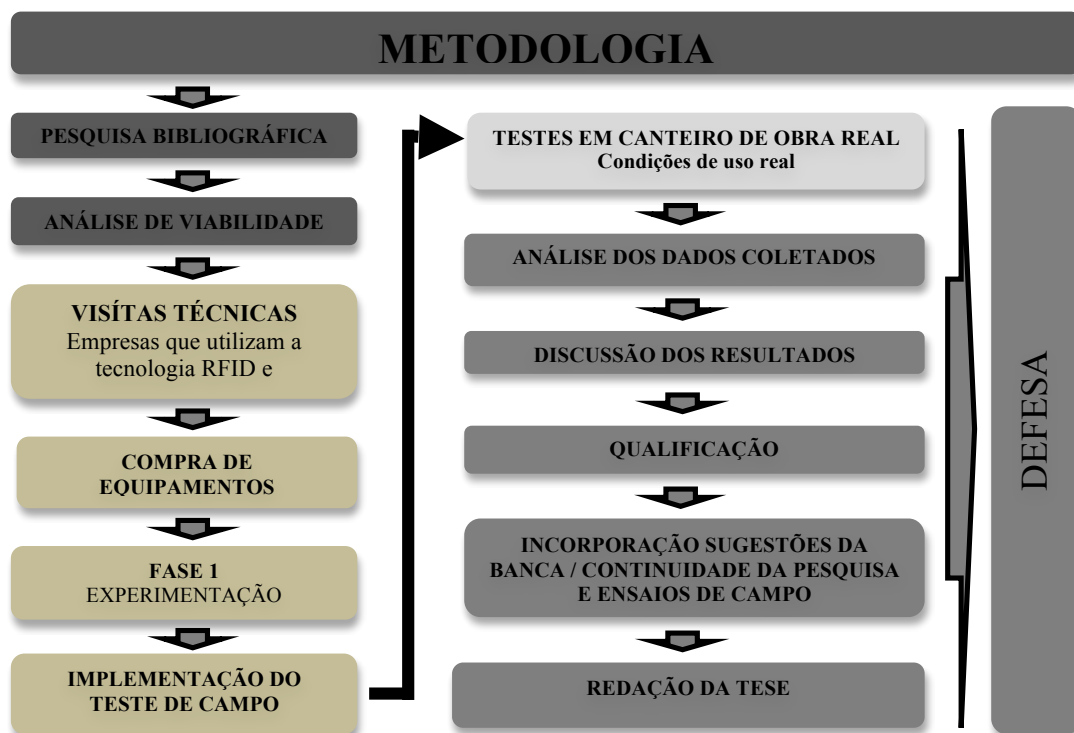
É importante ressaltar que a escolha da tecnologia não deve partir da escolha do equipamento, mas começar da análise do problema. Nesse sentido, o RFID se mostra abrangente, pois como proposto por esta pesquisa, pode ser adaptado para gerir inúmeras situações problemáticas dentro do canteiro de obras, desde o controle de funcionários, materiais, equipamentos e espaços.

3 MÉTODO DA PESQUISA

A proposta metodológica aplicada a esta pesquisa pode ser entendida como um conjunto de procedimentos voltados a aplicar tecnologia de gerenciamento por monitoramento remoto à construção. Faz-se necessário, portanto, a multidisciplinariedade de conhecimentos com o intuito de potencializar a aplicação e uso dos equipamentos. Para este fim, profissionais da área de tecnologia em automação e processos industriais deverão participar da pesquisa como apoio técnico.

A estratégia de pesquisa definida para este trabalho está delineada conforme estrutura proposta na figura 3.

Figura 3 – Delineamento da pesquisa



Fonte: Autor (2014)

O trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica abordando sistemas de gestão e gerenciamento de equipamentos que visam a saúde e segurança do trabalhador, dentre elas, destacando a tecnologia RFID em seu aspecto mais amplo e voltado para aplicação no canteiro de obras, com os métodos gerenciais e de planejamento aplicados na construção civil.

A análise de viabilidade delimitou-se sobre dois aspectos principais: viabilidade técnica e viabilidade econômica. A observação da viabilidade técnica tem sido suprimida por meio de visitas técnicas, em que reuniões são realizadas com pesquisadores e empresas que desenvolvem e aplicam a tecnologia. Essas discussões buscaram apurar se a aplicabilidade do RFID atende aos objetivos do trabalho. Do ponto de vista econômico, as questões se estendem por determinar se o custo da implantação de um sistema de monitoramento remoto utilizando o RFID é factível frente à realidade dos investimentos praticados nos canteiros de obras.

O atual estágio da pesquisa se situa entre a pesquisa bibliográfica, visitas técnicas, análise de viabilidade e compra dos equipamentos. Preliminarmente os dados resultantes dos debates e pesquisas iniciais apontam para uma efetiva viabilidade técnica e econômica para a aplicação da tecnologia. Aguarda-se neste momento a análise de orçamentos estabelecidos em diferentes fornecedores para a aquisição do primeiro conjunto de equipamentos.

O delineamento da metodologia para os ensaios experimentais devera basear-se em métodos descritos por literatura existente relativa à aplicação de tecnologias como o *Global Positioning System (GPS)* e a *Ultra-wideband (UWB)* no acompanhamento remoto de pessoas e equipamentos e na delimitação de áreas de risco conforme Giretti et al (2009).

A consolidação do protocolo de investigação será conferida pela execução de ensaios testes em um canteiro de obra real e em escala reduzida.

4 RESULTADOS PARCIAIS DA PESQUISA

A proposta de investigar novas tecnologias de monitoramento remoto utilizando a identificação por rádio frequência, que de fato possam ser absorvidas pelo setor, indica um caminho com inúmeras possibilidades.

Apontando esforços nesse sentido, espera-se com essa pesquisa obter resultados que indiquem a viabilidade da implantação de sistemas advindos do uso do RFID que possam se tornar instrumentos efetivos de gestão dentro do canteiro de obras.

A revisão da literatura apontou, até o momento, para um horizonte em que lacunas nas aplicações de ferramentas de tecnologia induzem a oferta de novos estudos como o proposto por este trabalho. A literatura indicou também que outras tecnologias como o GPS e a UWB já têm sido testadas para monitoramento remoto em canteiros de obras. Observou-se também, que o RFID vem ganhando espaço nos canteiros, no entanto o foco tem se restringido a gestão de insumos ou ao controle de acesso. Estas aplicações são largamente utilizadas em outras indústrias e por isso não tem havido problemas na inserção nos canteiros. Por outro lado, a proposta focada no monitoramento remoto de áreas de risco, de acesso e a gestão de equipamentos, integrados a um centro de controle é o que diferencia e justifica as pesquisas aqui realizadas.

Os resultados obtidos com as visitas técnicas, com as reuniões com pesquisadores, desenvolvedores e fornecedores tem se revertido positivamente. Os dados obtidos sugerem que as pesquisas deveram ser bem sucedidas em suas análises técnicas e econômicas. Este aporte técnico tem sido fundamental no entendimento de como uma tecnologia já existente pode ser aplicada a carências inerentes construção civil brasileira.

A base estabelecida pela revisão de literatura e aporte técnico profissional proporcionou a atual conjuntura da pesquisa. A união desses elementos motivou a prospecção de equipamentos RFID através de orçamentos realizados no setor privado. As aquisições dos equipamentos irão oportunizar o inicio da próxima etapa da pesquisa, a fase de experimentação com os testes de campo.

Para este fim, as pesquisas buscarão contribuir com investigações simulatórias da implantação do sistema de rastreamento remoto em ambientes e atividades da construção civil, verificando a utilização dos equipamentos, permitindo assim, avaliar se tecnologicamente e economicamente o sistema se mostrará relevante frente às problemáticas propostas.

5 IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

As pesquisas indicam que a aplicação da tecnologia RFID no setor tem crescido e se desenvolvido nas ultimas décadas. Muitas são as contribuições que uma ferramenta

como esta pode agregar as atividades no canteiro de obras. No entanto, dedicar esta ferramenta a proteção da saúde e segurança dos trabalhadores é o desafio proposto por esta pesquisa.

A barreira ainda a ser ultrapassada consiste em como empregar os equipamentos de forma que a coleta de dados seja adequada às necessidades inerentes ao conjunto de medidas de proteção necessária para a configuração de um sistema de segurança para os trabalhadores.

As respostas para essas lacunas podem estar na necessidade da união de mais de uma tecnologia, buscando suprimir assim, as limitações observadas no RFID.

REFERÊNCIAS

BENITE, A. G. **Sistema de gestão da segurança e saúde no trabalho para empresas construtoras**. 2004. 221 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Engenharia de Construção Civil, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. São Paulo, 2004.

BINDER, M. C. P.; ALMEIDA, I. M. **Estudo de caso de dois acidentes do trabalho investigados com o método de árvore de causas**. *Caderno de Saúde Pública*, Oct./Dec. 1997, vol. 13, nº4, p. 749-760.

BRASIL. **DATAPREV. Lei Nº 8.213** – DE 24 DE JULHO DE 1991 – DOU DE 14/08/1991, 1991. Disponível em: < <http://www81.dataprev.gov.br/sislex/paginas/42/1991/8213.htm>> Acesso em: 17 jun. 2014.

BRASIL. **Ministério da previdência social**. Informe da previdência social. Volume 26. N07, 2014. Disponível em: < http://www.previdencia.gov.br/wp-content/uploads/2014/10/Ret_Offset_Informe_julho_2014.pdf>. Acesso em: 07 de Mai de 2015.

FORUM, E. *Guidelines for the development and application of health, safety and environmental management system*. London, p. 45. 1994.

GIRETTI, A.; CARBONARI, A.; NATICCHIA, B.; DE GRASSI, M. *Design and first development of an automated real-time safety management system for construction sites*. *Journal of Civil Engineering and Management*. Vol. 15, Issue 4, 2009, p.325-336.

GLOVER, B.; BHATT, H. *RFID Essentials. United States of America*: O'Reilly, 2006. 260p.

MEHRJERDI, Y. Z. *RFID-enabled systems: a brief review*. Emerald Group Publishing Limited. Yazd University, Yazd, Iran. Vol 28, Nº 03, 2008, p.235-245.

NAKAMURA, J. **Canteiro digital**. *Téchne*, n. 182, p. 56-60, Maio de 2012. Disponível em: <<http://www.teclogica.com.br/blog/wp-content/uploads/2012/06/Canteiro-Digital.pdf>> Acesso em: 05 nov. 2013.

ORGANIZAÇÃO INTERNACIONAL DO TRABALHO (OIT). **Doenças Profissionais são principais Causas de Morte no Trabalho, 2013**. Disponível em: <<http://www.oitbrasil.org.br/content/doencas-profissionais-sao-principais-causas-de-mortes-no-trabalho>> Acesso em: 17 jun. 2014.

ROBERTS, C.M. *Radi--o Frequency Identification (RFID)*. Sciencedirect, Universidade de Otago, Nova Zelândia, 2006. P. 18-26.

SIBRAGEC - ELAGEC 2015 – de 7 a 9 de Outubro – **SÃO CARLOS – SP**

SANTOS, C. R. F. G. **Diagnóstico de sistemas de proteção coletiva em canteiros de obras na região de São Carlos**. 2013. 222 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2013.

SOUZA, M. A. D. S. **O papel do SESMT nas empresas privadas e no serviço público**. 2007. 72 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Direito) – Universidade Católica de Brasília, Brasília, 2007.

