



XIENCAC
ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

VII ELACAC
ENCONTRO LATINO AMERICANO DE CONFORTO
NO AMBIENTE CONSTRUIDO

Búzios - RJ - 2011

CONTRIBUIÇÕES E VALIDAÇÃO DE UMA METODOLOGIA DE ANÁLISE DE PROJETO COM FOCO EM CONFORTO AMBIENTAL E ILUMINAÇÃO NATURAL

Débora Félix Rodrigues Ikeda (1); Cláudia Naves David Amorim (2)

(1) Especialista em Reabilitação Ambiental Sustentável Arquitetônica e Urbanística, Mestranda em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de Brasília, deboraikeda@gmail.com

(2) Doutora, Professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, clamorim@unb.br
Universidade de Brasília, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Campus Universitário Darcy Ribeiro, Asa Norte, Brasília-DF, 71900-900, Tel.: (61) 33072995

1. INTRODUÇÃO

O uso desregrado dos sistemas de iluminação e climatização artificial propiciou o surgimento de inúmeros edifícios descontextualizados com o clima local, causando grande desperdício energético. Com a crise energética da década de 70 e crescimento populacional das cidades na década de 80 surgiu a necessidade de se preocupar com a eficiência energética das edificações, pois, é mais barato e causa menos impactos economizar a energia do que fornecê-la (LAMBERTS, DUTRA E PEREIRA, 1997).

A interpretação e rebatimento adequado do clima local ao projeto diminuem os problemas relativos ao conforto ambiental e conseqüentemente aos gastos energéticos da arquitetura. Outros aspectos projetuais também interferem na qualidade do conforto ambiental das edificações e de seus espaços externos, como a orientação, os materiais construtivos, a relação da área exposta à insolação, a organização dos espaços internos, os acabamentos, tamanhos, cores, formas, proteção de suas aberturas além de vários outros elementos compositivos (CUNHA, 2006).

O aproveitamento da iluminação natural no projeto proporciona condições de conforto aos usuários e possibilita reduções no consumo de energia elétrica. Além disso, a luz do dia facilita o desenvolvimento de tarefas visuais e a eficiência do trabalho (VIANNA & GONÇALVES, 2001). CUNHA (2006) alerta que um projeto para ser adequado e atender às necessidades de conforto ambiental e iluminação natural não precisa de invenções tecnológicas de ponta para responder às necessidades do homem.

Para DUTRA E YANNAS (2006) a maior oportunidade de melhorar o desempenho energético de um edifício ocorre no início do projeto, quando decisões básicas são tomadas em relação ao local, orientação, configuração e estratégias passivas. Segundo CUNHA (2006) o conforto ambiental e a iluminação natural podem e devem ser considerados já na fase inicial, isto é, de definição do partido e estudos preliminares, pois irão definir muitos dos elementos compositivos do projeto arquitetônico, como por exemplo a escolha da melhor fachada para maior quantidade de aberturas, esquadrias adequadas para cada fachada de acordo com a orientação, bem como a necessidade de proteção solar nas aberturas.

Apesar de existirem vários métodos internacionais para avaliação ambiental de edifícios (BREEM, GBC Internacional, LEED, CASBEE, LÍDER A, AQUA entre outros) e Regulamentos Nacionais (RTQ-C e TRQ-R), que podem direcionar o profissional na tomada de decisões projetuais, nenhum é destinado a contribuir diretamente e de maneira rápida no desenvolvimento do projeto ainda em sua fase inicial (OLIVEIRA, 2009).

Por outro lado, alguns métodos abordam questões relativas a conforto ambiental e iluminação natural no projeto. Estes avaliam o projeto de maneira mais específica com foco no conforto ambiental e iluminação natural. DUTRA e YANNAS (2006) elaboram um *método de análise de processos de projeto bioclimático* que consiste na utilização de um diagrama, onde são registradas sete linhas horizontais que representam os sete “cursos de ações” do processo de projeto. De acordo com os (DUTRA e YANNAS, 2006) os diagramas de análise de processos de projeto bioclimáticos provaram ser bastante úteis na identificação de como as informações bioclimáticas entram e são tratadas no processo de projeto arquitetônico (ver Figura 1).

BOGO (2010) estabelece um *método de avaliação de admissão de luz natural em edificações* que consiste em identificar situações adequadas ou não, acertos e erros arquitetônicos. O método objetiva avaliar preliminarmente a admissão de luz natural no interior das edificações com vistas ao desenvolvimento de tarefas/atividades (ler, escrever, trabalhar, circular, descansar entre outras). A metodologia para análise

engloba inicialmente o levantamento de dados contextualizadores da edificação ou projeto (plantas, cortes, fachadas, detalhes, vistas internas e externas), possibilitando identificar a situação arquitetônica existente de cada abertura.



Figura 1 – Diagrama de análise de processos de projeto bioclimáticos (DUTRA e YANNAS, 2006).

AMORIM (2007) apresenta o *Diagrama Morfológico – instrumento de análise e projeto ambiental com uso de iluminação natural*, que consiste em um método de análise visual e rápida, estruturado de forma a seguir uma seqüência de análise partindo do macro (escala de desenho urbano) para o micro (espaço interno da edificação). Apresenta três níveis de análise: Espaço Urbano (Nível I), Edifício (Nível II) e Ambiente Interno (Nível III). Com o intuito de representar o referido método segue o Diagrama Morfológico com seus respectivos parâmetro de avaliação (ver Figura 2).

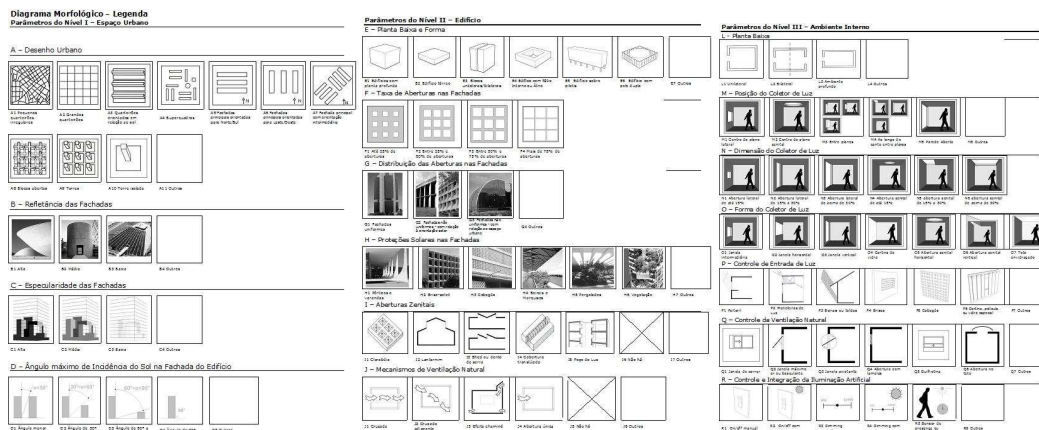


Figura 2- Os três parâmetros do Diagrama Morfológico: Nível I (Espaço Urbano), Nível II (Edifício) e Nível III (Ambiente Interno). (PARANOÁ. Diagrama Morfológico Parte I, p.61).

Em uma breve avaliação, observa-se que o método elaborado por DUTRA e YANNAS (2006) identifica como as informações bioclimáticas entram e são tratadas no processo de projeto arquitetônico. No entanto, ele não proporciona orientações para otimização dos aspectos negativos do projeto e nem conduz o projetista a certos projetuais. O método elaborado por BOGO (2010) possibilita uma análise objetiva e simplificada e permite ainda orientar o processo de desenvolvimento do projeto de arquitetura. No entanto, a análise final do referido método é preliminar e restrita ao interior do edifício, não levando em conta, por exemplo, o entorno e a forma da edificação que interferem diretamente na boa iluminação natural interna.

O método de análise elaborado por AMORIM (2007) possibilita uma análise rápida, objetiva e simplificada de projetos construídos ou não, pode ser utilizado para orientar o processo de desenvolvimento do projeto de arquitetura, enfatizando os itens relevantes que levam em consideração o conforto ambiental e iluminação natural. Além disso, o método permite realizar uma análise arquitetônica com ênfase em conforto ambiental e iluminação natural em três níveis: Espaço Urbano, Edifício e Interior, possibilitando maior contextualização ao quadro climático de cada local, o que afeta de maneira direta o bom aproveitamento da luz natural e conseqüentemente o conforto ambiental.

É nesse sentido que o presente trabalho pretende contribuir e validar o terceiro método de análise apresentado. Para isso, será utilizado como base, o *Diagrama Morfológico* (AMORIM, 2007) de maneira a colaborar com alunos e profissionais de arquitetura no desenvolvimento do projeto em sua fase inicial.

2. OBJETIVO

O trabalho tem como objetivo contribuir para uma metodologia de análise de projeto arquitetônico com ênfase no conforto ambiental e iluminação natural (Diagrama Morfológico), elaborando subsídios para o referido diagrama e validando o método junto a estudantes e profissionais de arquitetura.

3. MÉTODO

O tema proposto é a contribuição e validação de uma metodologia de análise de projeto com foco em conforto ambiental e iluminação natural, de maneira a torná-la rápida e objetiva. O intuito é que esta análise possa ser utilizada por alunos e profissionais de arquitetura na fase inicial do projeto, podendo também, ser utilizada em projetos já finalizados. Dessa maneira, o presente trabalho será realizado com base nas seguintes etapas:

3.1 - Revisão Bibliográfica

- Métodos e Processos para desenvolvimento do Projeto de Arquitetura (Metodologia Programática, Metodologia Teórica Conceitual, Metodologia Processual, Metodologia Temporal e a Metodologia Ecológica): (OLIVEIRA, 2009), (PEREIRA, 2010), (MARTINEZ, 2000), (PINON, 2006);
- Métodos internacionais de análise ambiental de projeto (BREEM, GBC Internacional, LEED, CASBEE, LÍDER A, AQUA); Regulamentos Técnicos Nacionais (RTQ-C e RTQ-R) e métodos de análise de projetos com foco em conforto ambiental e iluminação natural (1 - Método de análise de processos de projeto bioclimático; 2 - Avaliação de admissão de luz natural em edificações e 3 - Diagrama Morfológico – instrumento de análise e projeto ambiental com uso de iluminação natural): (DUTRA e YANNAS, 2006), (OLIVEIRA, 2009), (PEREIRA, 2010), (AMORIM, 2007), (BOGO, 2010);
- Clima: (ROMERO, 2001), (CUNHA, 2006);
- Questões relacionadas a conforto ambiental e eficiência energética com foco no projeto: (FROTA, 1995), (CÂNDIDO, 2008), (CUNHA, 2006), (MASCARÓ, 2009), (LAMBERTS, 1997), (ROMERO, 2001), (GARROCHO, 2009), e (VIANNA, 2001), (CORBELLA, 2003);
- Eficiência energética: (LAMBERTS, 1998);
- Iluminação natural: (BAKER, 1993), (NBR 15.215, NBR 15.220, RTQ-C e RTQ-R).

3.2 - Elaboração e aprimoramento do método

- Diagnóstico, por grupo, das análises dos Diagramas Morfológicos já aplicados em projetos por alunos de graduação, especialização e mestrado. No diagnóstico, deverão ser avaliados os seguintes aspectos:
 - a) se há equívocos na utilização dos ícones do Diagrama Morfológico e analisar quais são os equívocos mais recorrentes;
 - b) se todas as análises apresentam análise crítica dos pontos a serem otimizados em projeto;
 - c) quais variáveis podem ser retiradas do Diagrama Morfológico;
 - d) quais variáveis devem ser readequadas e;
 - e) avaliação de inserção de novas variáveis.
- A partir disso, elaborar proposta para o novo método de análise de projeto arquitetônico com ênfase em conforto ambiental e iluminação natural pautado em normas, regulamentos e bibliografias existentes.

3.3 - Validação do novo método

Posteriormente a elaboração do novo método de análise de projeto deverá ser elaborado um programa computacional referente ao mesmo. O programa deverá ser interativo, acessível, de fácil manuseio e entendimento. Pretende-se criar um link no site da UnB para que todos os usuários possam fazer a análise de seu projeto por meio deste programa, que deverá ser de acesso livre, e mais que isto, que todas as análises projetuais sejam armazenadas junto a UnB e sejam de domínio da universidade para que de fato seja criado um banco de dados de projetos referenciais para subsidiar alunos e profissionais de arquitetura, aumentando assim, o repertório de bons projetos arquitetônicos com foco em conforto ambiental e iluminação natural.

Além disso, o novo método deve possibilitar uma rápida análise projetual, de forma a orientar otimizações dos itens mal solucionados tanto na fase inicial do projeto como também para projetos já construídos.

- Validação do novo método de análise.

Para tal, foram selecionados quatro edifícios para serem avaliados pelo novo método, sendo dois residenciais e dois comerciais: 1º - FHE (Fundação Habitacional do Exército); 2º - Edifício FIOCRUZ (UnB); 3º - Casa do Professor (UnB) e 4º - Edifício residencial no NOROESTE.

Os quatro edifícios escolhidos já foram submetidos à análise do RTQ-C, RTQ-R e à simulações computacionais. Um dos projetos de cada tipologia deve possuir resultado positivo e o outro negativo, com base nas análises realizadas pelo RTQ-C, RTQ-R e simulações.

- O novo método deverá ser aplicado em 60 alunos de arquitetura, sendo que primeiramente 30 alunos farão a análise dos dois edifícios residenciais, 15 alunos farão a análise do edifício considerado bom e os outros 15 do edifício considerado ruim e vice-versa. Posteriormente, os outros 30 alunos farão a análise dos dois edifícios comerciais na mesma ordem de aplicação dos edifícios residenciais. Ao final, haverá 120 análises feitas com o novo método.

- A partir das 120 análises, deverá ser realizada uma avaliação dos resultados apresentados. Nessa avaliação deverá constar se o novo método proporcionou aos alunos detectar os edifícios bons dos ruins.

- Na seqüência, as avaliações dos resultados referentes aos dois métodos de análise deverão ser entregues a um grupo de especialistas. Esse grupo fará a validação do método no sentido de constatar que o mesmo possibilita uma análise mais rápida, clara, objetiva, se é melhor, igual ou pior que o RTQ-C, RTQ-R e simulações.

3.4 - Análise dos resultados e discussão

- Confrontamento, análise e discussão dos resultados da comparação das análises resultantes do novo método com as análises resultantes do RTQ-C, RTQ-R e simulações.

3.5 - Considerações finais

- Apresentar os avanços alcançados com as contribuições e validação do novo método de análise de projeto com foco no conforto ambiental e iluminação natural - Diagrama Morfológico, além das limitações e sugestões para trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. Projeto NBR 15.215: **Iluminação natural – Parte 2: Procedimento para cálculo para a estimativa da disponibilidade de luz natural**. Rio de Janeiro, 1999.
- ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15.220: **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. Rio de Janeiro, 2003.
- AMORIM, Cláudia Naves David (ORG). **PARANOÁ: cadernos de arquitetura e urbanismo**. Diagrama Morfológico Parte I. Ano 6, n.3 – Brasília, FAU, UnB, 2007.
- BAKER, N., FANCHIOTTI, A., & STEEMERS, K. **Daylighting in architecture: A European Reference Book**. Londres: James and James Editors, 1993.
- BOGO, Amílcar J. **Avaliação da admissão de luz natural em edificações**. São Paulo – SP. 8 a 12 de novembro de 2010. 8º NUTAU.
- BRASIL. Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). **Portaria nº372, de 17 de setembro de 2010**. Requisitos Técnicos da Qualidade para o Nível de Eficiência Energética de Edifícios Comerciais, de Serviços e Públicos. Rio de Janeiro, 2010. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/legislacao/rtac/pdf/RTAC001599.pdf>>. Acesso em: mar. 2011.
- CÂNDIDO, Christhina, BITTENCOURT, L: **Introdução à Ventilação Natural**. Maceió: EDUFAL, 2008.173 p.
- CORBELLA. O.; YANNAS, S. **Em busca de uma arquitetura sustentável para os trópicos- conforto ambiental**. Rio de Janeiro: Revan. 2003.
- CUNHA, Eduardo Grala da. **Elementos de Arquitetura de Climatização Natural**. Porto Alegre - RS: Masquatro Editora, 2006.
- DUTRA, Luciano. YANNAS, Simos. **Análise de Processo de Projeto Bioclimático**. XI ENTAC: 23 a 25 de agosto. Florianópolis-SC. 2006.
- FROTA, Anésia Barros & SCHIFFER, Sueli Ramos. **Manual de conforto térmico**. Ed. Nobel, São Paulo, 1995. 243 p.
- GARROCHO, Juliana S. **Luz Natural e Luz Artificial na Reabilitação do Ambiente**. Apostila do curso de pós-graduação lato sensu em reabilitação ambiental sustentável arquitetônica e urbanística. Brasília, FAU, UnB, 2009.
- LAMBERTS, R., DUTRA, L., & PEREIRA, F. O. **Eficiência Energética nas Arquitetura**. São Paulo – SP: UFSC/Procel/Eletronbras, 1997, 192p.
- MASCARÓ, Lúcia. MASCARÓ, Juan José: **Ambiência Urbana – Urban environment**. 3ª Ed. Porto Alegre – RS, Masquatro Editora, 2009, 200 p.
- MARTINEZ, A. C. Ensaio sobre o projeto. Brasília, UnB, 2000.
- OLIVEIRA, Leonardo P. **Estrutura metodológica para avaliação ambiental do projeto arquitetônico com base nos critérios prescritivos e de desempenho das certificações para edifícios. Estudo de caso: Edifício Gustavo Capanema e Eldorado Tower**. Tese de doutorado, FAU, UnB, Brasília - DF, 2009.
- ROMERO, Marta Adriana Bustos. **Arquitetura bioclimática do espaço público**. Brasília: EdUnB, 2001, 226p.
- PEREIRA, B. C. **Inserção de critérios de sustentabilidade à fase de concepção de projetos arquitetônicos: subsídios para uma ferramenta**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura), FAU, UnB, Brasília-DF, 2010.
- PINON, H. Teoria do projeto. Porto Alegre. Livraria do Arquiteto, 2006.
- VIANNA, N. S., & GONÇALVES, J. C. **Iluminação e Arquitetura**. São Paulo: Geros s/c Ltda, 2001.