

CONSTRUÇÃO DE MODELOS FÍSICOS REDUZIDOS PARA O ENSINO DO CONFORTO AMBIENTAL: ANÁLISE DA INSOLAÇÃO E DA VENTILAÇÃO NATURAL

Milena Chierrito Oliveira (PIC/Uem), Emmanuely Karine Fernandes da Paz (PIC/Uem), Rosilene Regolão Brugnera (Coorientadora), Marieli Azoia Lukiantchuki (Orientadora), e-mail: milenachierrito@gmail.com

Universidade Estadual de Maringá / Centro de Tecnologia / Maringá, PR.

Área e subárea: Ciências Sociais Aplicadas / Arquitetura e Urbanismo

Palavras-chave: Processo de projeto, Heliodon, Mesa d'água.

Resumo:

A transformação dos ensinamentos teóricos em estratégias projetuais é um dos maiores desafios do ensino de Conforto Ambiental. O uso de maquetes físicas permite a visualização de diversos fenômenos durante o processo de projeto. Se usados equipamentos tais como o *Heliodon* e a mesa d'água, tem-se uma contribuição para análise prática de iluminação e ventilação naturais. Diante disso, o objetivo da pesquisa é demonstrar o processo de confecção de maquetes físicas para o ensino do Conforto Ambiental a partir das ferramentas do LACAE-UEM. O método foi dividido em três etapas: 1) seleção dos parâmetros de análise; 2) seleção de materiais e escala para a confecção dos modelos; e 3) desenvolvimento dos modelos virtuais e confecção dos modelos físicos. Os resultados apontam a eficiência dos modelos, a partir de análises coerentes, e seu uso pode auxiliar na compreensão dos conceitos e na facilidade na incorporação de estratégias de Conforto nos projetos.

Introdução

Modelos físicos reduzidos são ferramentas concretizadas em estudos de projeto. Segundo Pereira, Pereira e Castaño (2012), estes simulam, em tempo real e de modo simples, fenômenos relacionados ao Conforto Ambiental, tais como iluminação e ventilação naturais, que não são adotados de modo fácil na prática profissional (ROSSI; VALE; SHIMOURA; CHVATAL, 2019). Diversas ferramentas podem auxiliar o projetista, tais como ensaios experimentais e simulações computacionais. No entanto, a complexidade e o alto custo de algumas ferramentas – por exemplo, túnel de vento, simulações por Dinâmica dos Flúidos Computacionais (CFD) e ou Ecotec Analysis® – dificultam o seu uso por estudantes e profissionais da área. Por outro lado, ferramentas como o *Heliodon* e a mesa d'água são mais simplificadas e fornecem resultados excelentes para avaliação de insolação, iluminação e ventilação naturais a partir de modelos físicos reduzidos. Assim, o objetivo da pesquisa foi confeccionar maquetes, permitindo a visualização dos fenômenos no *Heliodon* e na mesa d'água a fim de

incentivar o uso de estratégias passivas de conforto térmico durante o processo de projeto.

Materiais e métodos

Seleção dos parâmetros de análise

Para o *Heliodon*, os parâmetros analisados foram: 1) a influência das dimensões das aberturas; e 2) o efeito do uso de protetores solares no desempenho da insolação e da iluminação natural em ambientes internos.

Por sua vez, os modelos para análise ventilação na mesa d'água foram elaborados para visualização em planta baixa e corte, já que a ferramenta permite avaliação em duas dimensões. Nesse caso, os parâmetros analisados foram: 1) posicionamento; tamanho; e orientação das aberturas; 2) geometria de protetores solares; 3) cobogós; e 4) aberturas zenitais. Já para o estudo de ventilação natural em meio urbano, propuseram-se avaliações da influência de 1) gabaritos e pilotis (corte); e 2) de aglomerados (planta).

Seleção dos materiais e escala para a confecção dos modelos

Visando à avaliação de diversas configurações projetuais e à fácil manipulação, os modelos devem ser resistentes e flexíveis para a demonstração dos parâmetros analisados. Para o *Heliodon*, definiu-se o MDF e com espessura de 3 mm. Já os modelos para a mesa d'água devem ser resistentes à solução de ensaio (água e sabão), e facilitar a visualização. Assim, o material escolhido foi o acrílico transparente de espessura 3 mm.

As escalas dos modelos foram definidas considerando as dimensões das placas disponíveis no mercado e dos equipamentos. Para a mesa d'água, Toledo e Pereira (2003) destacam que a escala deve ser submetida às limitações da área de ensaio para evitar interferências no escoamento da solução. Assim, definiu-se 1:12,5 como escala para ambos os modelos. Já os modelos urbanos foram concebidos de forma genérica sem escala, conservando proporções: alturas de 3 cm, 6 cm e 12 cm. Além do peso para resistir ao fluxo, devem ter espessura suficiente para apoio sobre a mesa. Logo, usaram-se tubos metálicos preenchidos com argamassa.

Desenvolvimento dos modelos virtuais e construção dos modelos físicos

O modelo para o *Heliodon* foi definido como uma sala genérica de 3,0 m x 3,0 m x 3,0 m, por meio do SketchUp®, considerando a espessura do MDF: 3 paredes, teto e piso fixos, e 12 placas individuais, com a variação dos parâmetros de análise, para encaixe por canaletas. As dimensões das aberturas são (Figura 1): a) 1,5 m x 1,0 m; b) 1,0 m x 2,0 m; c) 2,0 m x 2,0 m; d) 1,0 m x 1,0 m; e e) 0,5 m x 2,0 m. Já os protetores solares (P.S.) são (Figura 2): a) pergolado perpendicular à abertura; b) cobogós; c) P.S. verticais laterais; d) beiral e *brises* verticais laterais; e) beiral e P.S. vertical frontal; f) prateleira de luz; g) *brises* verticais frontais. Por AutoCAD®, planificaram-se as peças, que foram cortadas a laser e, então, unidas com cola de contato.



Figura 1 – Modelos variando dimensões de abertura: (a) Abertura 1; (b) Abertura 2; (c) Abertura 3; (d) Abertura 4; e (e) Abertura 5.

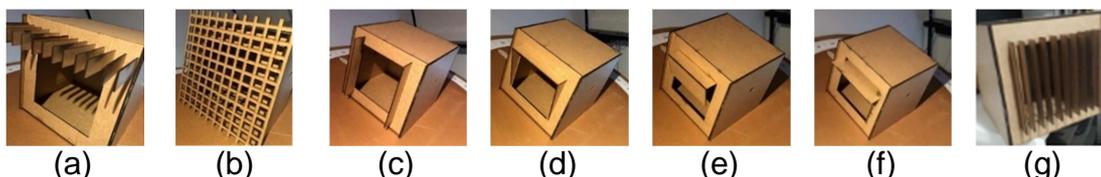


Figura 2 – Modelos variando protetores solares: (a) P.S. 1; (b) P.S. 2; (c) P.S. 3; (d) P.S. 4; (e) P.S. 5; (f) P.S. 6; e (g) P.S. 7.

O planejamento dos modelos partiu de plantas e cortes dos ambientes e planificações das peças – com o AutoCAD® e SketchUp®. Propôs-se, para os modelos internos, um sistema de encaixe macho-fêmea entre uma placa-base perfurada e as placas superiores, e lateralmente entre as peças. São 26 configurações de ensaio, como posicionamento, quantidade e tamanho das aberturas, adição de P.S., cobogós e aberturas zenitais dos tipos *shed* e lanternim. Cortadas a laser, as peças podem ser encaixadas na base.

Os modelos urbanos exigiram menos rigor quanto a dimensões e encaixes, então a modelagem em SketchUp® norteou os parâmetros de análise. Entretanto, sua confecção foi mais complexa: tubos metálicos de 1 cm x 5 cm foram cortados em serralheria nas alturas previstas e preenchidos com argamassa, recebendo, depois, camadas de antiferrugem, argamassa colante e tinta spray vermelha, visando contraste com a mesa preta durante os testes.

Resultados e Discussão

Os ensaios no *Heliodon* demonstraram a incidência solar recebida por fachada de acordo com a época do ano (solstícios de verão ou inverno e equinócios de primavera e outono) e horários do dia (9h, 12h e 15h) para a latitude de Maringá-PR, 24°S. As aberturas foram orientadas para o norte, enquanto a análise dos P.S. foi no solstício de verão a oeste, por ser a orientação mais crítica de carga térmica, e de inverno para o norte. Ensaiou-se a Abertura 3 no solstício de verão a oeste como padrão sem P.S.

Com relação às aberturas para norte, notou-se que a superfície atingida diretamente pelos raios é maior conforme a área da abertura aumenta, como esperado. Para oeste, a Abertura 3 permitiu bastante insolação direta no ambiente após às 12h, podendo causar desconforto, e os P.S. 3 e 4, são os mais eficientes, visto que os raios solares incidem lateralmente. Apesar de vertical, o P.S. 7 não funcionou por estar mal dimensionado. No inverno, os P.S. 3, 4 e 7 bloqueiam parcialmente os raios.

Já na mesa d'água, os P.S. das aberturas a barlavento não atrapalharam a ação dos ventos no interior, verificando-se recirculações, redução da velocidade do fluxo e captação do vento. Entretanto, a configuração alinhada

de aberturas não é a mais adequada para ventilação cruzada, pois o fluxo fica restrito à faixa central. Com relação às aberturas zenitais, notou-se que o fluxo de vento é melhor distribuído quando a janela lateral está a barlavento, e o lanternim apresentou fluxo mais lento que os *sheds*, devido à sua dimensão reduzida. Os cobogós atuam como barreira de vento, diminuindo a velocidade do ar, o que pode ser bom em períodos frios cujo vento é indesejável e situações cujo o fluxo de ar filtrado é desejado (Figura 3).

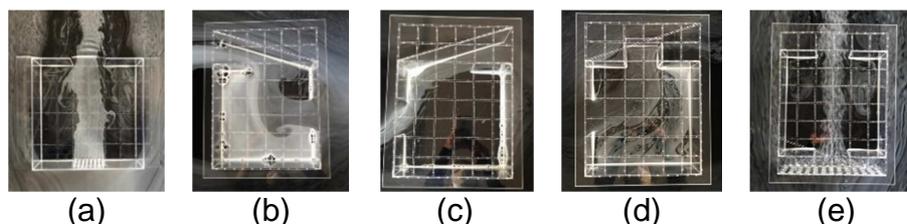


Figura 3 – Ensaio com (a) brises verticais na abertura; (b) janela lateral a barlavento; (c) janela lateral a sotavento; (d) lanternim; e (e) cobogós.

Em meio urbano, notou-se a necessidade de bom espaçamento entre as edificações para a penetração de vento. Ademais, se posicionadas a barlavento, edificações com gabaritos altos bloquearam o fluxo na região posterior, o que pôde ser resolvido com a adição de pilotis (Figura 4).

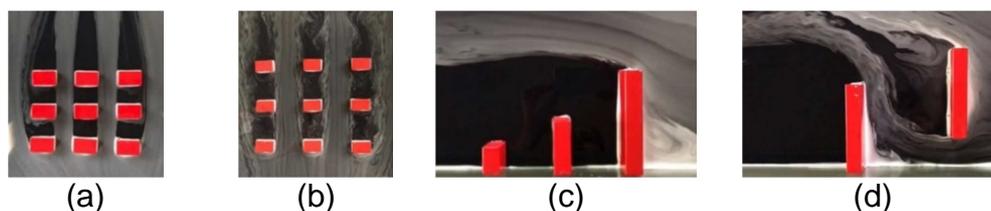


Figura 4 – Ensaio: (a) e (b) aglomerações urbanas e penetração de vento; (c) influência de gabaritos; (d) uso de pilotis.

Conclusões

O processo de projeto conta com muitas variáveis. Projetar soluções de Conforto Ambiental específicas para o local é, muitas vezes, negligenciado e substituído por soluções generalizadas, visto que os fenômenos de iluminação e ventilação naturais são complexos e transpô-los para a prática demanda conhecimento. Nesse sentido, modelos físicos reduzidos podem contribuir para melhorar o entendimento dos alunos durante o ensino de Conforto Ambiental, visto que se mostraram eficazes em representar conceitos teóricos de forma simples por meio do *Heliodon* e da mesa d'água.

Referências

PEREIRA, F. O. R.; PEREIRA, R. C.; CASTAÑO, A. G. Quão confiáveis podem ser os modelos físicos em escala reduzida para avaliar a iluminação natural em edifícios?. **Ambiente construído**, Porto Alegre, v. 12, n. 1, p. 131-147, mar. 2012. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-86212012000100009>.

ROSSI, M. M.; VALE, F. I.; SHIMOMURA, A. R. P.; CHVATAL, K. M. S. A mesa d'água como ferramenta de apoio para a caracterização de um modelo genérico a ser ensaiado em túnel de vento. **Revista IPT | Tecnologia e Inovação**, São Paulo, v. 3, n. 10, p. 70-80, abr. 2019. Disponível em:

<http://revista.ipt.br/index.php/revistaIPT/article/view/83>.

TOLEDO, A.; PEREIRA, F. O potencial da mesa d'água para a visualização analógica da ventilação natural em edifícios. *In*: ENCONTRO NACIONAL SOBRE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRuíDO, 7, 2003, Curitiba. **Anais [...]**. Curitiba: ANTAC, 2003. p. 1383-1390.