ANÁLISE QUALITATIVA DO FLUXO DE AR EM EDIFÍCIOS VEDADOS: CONSTRUÇÃO DE MODELOS FÍSICOS REDUZIDOS E ENSAIOS NA MESA D'ÁGUA

Eduardo Soares de Almeida (PIC/CNPq/UEM), Carolina Dieguez Cândido (Co-orientadora) Email: pg56124@uem.br, Marieli Azoia Lukiantchuki (Orientadora). E-mail: malukiantchuki2@uem.br.

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

Arquitetura e Urbanismo – Tecnologia de Arquitetura e Urbanismo

Palavras-chave: Ventilação natural; Mesa d´água; Modelo genérico.

RESUMO

A ventilação natural constitui uma importante estratégia passiva para o conforto térmico, sendo seu desempenho influenciado por aspectos geométricos e espaciais das edificações. Nesse contexto, a mesa d'água apresenta-se como uma alternativa de análise qualitativa do comportamento do escoamento, com menor complexidade e custo em relação a métodos como CFD e túnel de vento. Assim, esta pesquisa tem como objetivo compreender a influência da geometria das edificações no comportamento do fluxo de ar, avaliando os efeitos de diferentes proporções e orientações sobre a ventilação natural. O método compreendeu quatro etapas: seleção das geometrias, confecção de modelos físicos reduzidos por impressão 3D, experimentos em mesa d'água e análise qualitativa e comparativa dos resultados. Foram analisados seis modelos em planta e corte, considerando os descolamentos, as esteiras, as regiões de recirculação e as sombras de vento. Os resultados indicam que as alterações nas dimensões em planta influenciam principalmente os descolamentos laterais e a extensão da esteira, enquanto o aumento da altura intensifica os descolamentos frontal e superior, as sombras de vento e a extensão da esteira observadas em corte.

INTRODUÇÃO

Em regiões de clima quente e úmido, predominantes em grande parte do território brasileiro, a ventilação natural destaca-se como uma estratégia passiva fundamental para a promoção do conforto térmico (Lamberts, Dutra, Pereira, 2014). Essa ventilação favorece a renovação contínua do ar e o resfriamento fisiológico dos ocupantes, além de remover o calor acumulado na estrutura e aprimorar a qualidade do ar interno (Cândido 2006). Por sua vez, o desempenho térmico de uma edificação está condicionado a múltiplos fatores, como os aspectos geométricos e espaciais da forma construída. (Lamberts, Dutra, Pereira, 2014).

A avaliação da distribuição da pressão externa do edifício é essencial tanto para a avaliação das cargas de vento quanto para o desempenho da ventilação natural

induzida pelo vento (Cóstola, Blocken & Hensen, 2009; Montazeri, Montazeri & Azizian, 2010), geralmente expressa pelo coeficiente de pressão (Cp). Para investigar esses fenômenos, dispõe-se de diversos métodos de análise do comportamento do escoamento do ar no entorno de edifícios. Simulações de Dinâmica dos Fluidos Computacional (CFD) e ensaios experimentais em túnel de vento figuram entre as abordagens mais precisas e consolidadas no estudo da ventilação natural. No entanto, envolvem custos elevados e exigem conhecimento técnico aprofundado em mecânica dos fluidos. A mesa d'água, por sua vez, constitui uma ferramenta de caráter exploratório e qualitativo, sendo uma alternativa de uso consideravelmente mais simples, que reduz custos e otimiza o tempo de análise de maneira eficaz (Ribeiro e Bittencourt, 2016).

Diante disso, esta pesquisa tem como objetivo compreender a influência da geometria das edificações no comportamento do fluxo de ar, avaliando como diferentes decisões projetuais podem impactar o escoamento no entorno das edificações e as condições relacionadas ao desempenho da ventilação natural, contribuindo para a qualidade ambiental dos espaços construídos. Para alcançar esse objetivo, adotou-se uma metodologia experimental de natureza qualitativa, baseada na análise comparativa do comportamento do escoamento do ar em diferentes configurações geométricas.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa foi dividida em quatro etapas:1) seleção das volumetrias a serem analisadas 2) confecção dos modelos físicos em escala reduzida; 3) experimentos na mesa d'água; e 4) análise dos resultados. Inicialmente foram escolhidos seis modelos para a avaliação qualitativa de seus desempenhos, com base em configurações geométricas presentes na *TPU Aerodynamic Database* e na literatura especializada (Cóstola et al. 2009; Ribeiro; Bittencourt, 2016; Lin *et al.*, 2005). Em seguida, produziram-se os modelos físicos reduzidos por meio de impressão 3D (tecnologia FDM). A modelagem tridimensional foi desenvolvida no *software* SketchUp, englobando representações em planta e corte. Nesta fase, foi previsto cavidades de dimensões reduzidas destinadas ao encaixe posterior de ímãs, permitindo a fixação das peças na mesa d'água durante os ensaios. A execução das etapas experimentais ocorreu na mesa d'água do LACAE-DAU/UEM, com modelos fixados por imãs e dispostos em planta e corte, com solução de água e sabão para a visualização dos padrões de escoamento. Por fim, procedeu-se à avaliação qualitativa mediante registros fotográficos e videográficos, examinando-se os caminhos dos fluxos, o comportamento do escoamento, as regiões com maior e menor circulação de ar, bem como o impacto do volume edificado dos modelos analisados na ventilação natural.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram obtidos a partir da análise conjunta dos modelos reduzidos, submetidos a ensaios em mesa d'água, com o objetivo de verificar a influência das

alterações geométricas no comportamento do escoamento ao redor da edificação. A análise considerou os efeitos das proporções da volumetria e de sua orientação em relação à direção predominante do vento, observando a configuração do fluxo em planta e em corte.

Nos ensaios em planta, verificou-se que a dimensão da face exposta ao escoamento influenciou principalmente o descolamento lateral e a extensão da zona de sombra de vento. A redução da face voltada para o vento resultou em menores esteiras e menor extensão da sombra de vento. Já nos ensaios em corte (Figura 01), o aumento da altura da geometria apresentou maior influência sobre o descolamento do fluxo nas regiões frontal e superior da edificação, além de ampliar a extensão da esteira e das regiões de sombra de vento a sotavento.

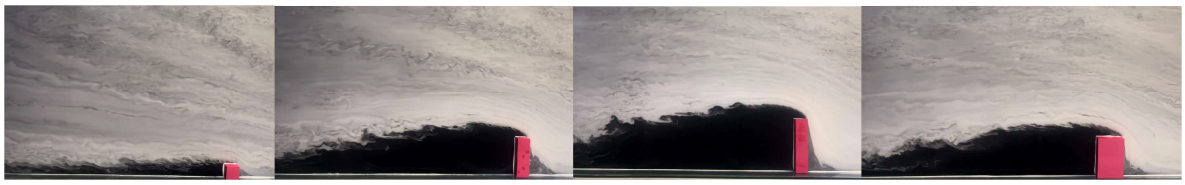


Figura 01 – Ensaios em mesa d'água dos modelos selecionados em corte.

Em suma, a análise evidencia que a orientação e as proporções geométricas do edifício afetam diretamente a dinâmica do escoamento do ar. O acréscimo de altura impactou de forma mais expressiva os descolamentos frontal e superior, expandindo a esteira e as zonas de sombra de vento em corte. Por outro lado, as variações nas dimensões em planta influenciaram predominantemente os descolamentos laterais, além da forma e do alcance longitudinal da esteira em planta. Dessa forma, a expansão das superfícies expostas ao vento intensificou as perturbações no fluxo, mantendo-se, contudo, padrões qualitativos consistentes entre os modelos, como a presença de esteiras, recirculações e sombras de vento.

Assim, observa-se que ajustes nas proporções e na orientação da edificação alteram a intensidade e a distribuição do escoamento, ainda que mantenham características gerais semelhantes em seu comportamento.

CONCLUSÕES

A análise dos seis modelos evidencia que as proporções da edificação e sua orientação em relação ao escoamento influenciam diretamente o comportamento do fluxo de ar. As alterações nas dimensões em planta modificaram principalmente a extensão da esteira e descolamentos laterais, enquanto o aumento da altura intensificou os descolamentos frontais e superiores, as sombras de vento e a extensão da esteira observadas em corte. Dessa forma, os resultados demonstram que diferentes configurações geométricas produzem alterações específicas no

escoamento, embora mantenham padrões qualitativos semelhantes, como a formação de esteiras, sombras de vento e regiões de recirculação. Assim, a mesa d'água mostrou-se adequada para identificar qualitativamente a influência da geometria sobre o comportamento do fluxo de ar ao redor das edificações.

REFERÊNCIAS

CÂNDIDO, C. **Ventilação natural e conforto térmico em climas quentes.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

CÓSTOLA, D.; BLOCKEN, B.; HENSEN, J. L. M. Overview of pressure coefficient data in building energy simulation and airflow network programs. **Building and Environment**, v. 44, p. 2027-2036, 2009.

LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. **Eficiência energética na arquitetura.** 3. ed. Rio de Janeiro: PROCEL; Eletrobrás, 2014.

LIN, N.; LETCHFORD, C.; TAMURA, Y.; LIANG, B.; NAKAMURA, O. **Characteristics of wind forces acting on tall buildings.** Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics, v. 93, p. 217–242, 2005.

MONTAZERI, H.; MONTAZERI, F.; AZIZIAN, R.; MOSTAFAVI, S. Two-sided wind catcher performance evaluation using experimental, numerical and analytical modeling. **Renewable Energy**, v. 35, p. 1424-1435, 2010.

RIBEIRO, P. V. S.; BITTENCOURT, L. S. Contribuição da mesa d'água na análise da geometria de sheds extratores e captadores de ar para ventilação natural. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais** [...]. Porto Alegre: ANTAC, 2016.