



## A INFLUÊNCIA DA LOCALIZAÇÃO DAS ABERTURAS NA VENTILAÇÃO NATURAL DE EDIFICAÇÕES ESCOLARES

L. S. Bittencourt & D. G. F. Lôbo

Universidade Federal de Alagoas

Centro de Tecnologia

Departamento de Arquitetura e Urbanismo

Campus A. C. Simões – Tabuleiro

CEP 57072-970 - Maceió/AL – Brasil

Fone: (082) 214-1283 fax: (082) 214-1625

e-mail: [lsb@ctec.ufal.br](mailto:lsb@ctec.ufal.br)

*RESUMO Em climas quentes e úmidos, a ventilação natural constitui uma importante solução para o conforto bioclimático na grande maioria das construções, entre elas as escolares. Este trabalho visa analisar o efeito conjunto da localização e dimensão das aberturas na ventilação natural de edificações escolares no município de Maceió. Para isso, foram realizadas simulações de uma sala de aula típica com diferentes localizações e dimensões de aberturas, utilizando o programa computacional PHOENICS 2.2.2, baseado na CFD (Computer Fluid Dynamics). Quanto à localização das aberturas, foram definidas três posições (faixas) nas paredes que as contêm e, em relação à dimensão, foram definidos quatro tamanhos. Entre as combinações examinadas, verificou-se que, quando a abertura de entrada de fluxo de ar encontra-se na faixa média e a abertura de saída na faixa alta, associadas a uma maior dimensão das aberturas, obtém-se uma melhor distribuição do ar no interior do ambiente, no nível dos usuários.*

*ABSTRACT In warm humid climates, natural ventilation is an important design strategy for school buildings. This paper aims to examine the joint effect of dimension and position of windows on ventilation patterns. Computer simulations were conducted in a typical classroom having different openings configurations, using a CFD software. Regarding openings position, three bands were considered, while for the dimension parameter four sizes were investigated. Results show the best performances were obtained when inlet openings were placed at medium height and outlet at higher locations, with larger dimensions.*

## **1 Introdução**

Este trabalho faz parte de um amplo programa de pesquisas desenvolvido pelo GECA (Grupo de Estudos em Conforto Ambiental), que estuda as condições de conforto ambiental em edificações escolares. Aqui, estão apresentadas as informações relacionadas ao efeito simultâneo da dimensão e localização das janelas na ventilação natural dos ambientes acima citados.

### **1.1 Ventilação e conforto em climas quentes**

Com ventos de baixa velocidade, o conforto é tão sensível para a temperatura radiante quanto para a temperatura do ar; mas, com ventos de alta velocidade, a temperatura do ar domina a percepção de conforto (Clark, 1989). A ventilação diminui a temperatura efetiva adequada para evaporação do suor e para as trocas de calor por convecção entre o fluxo de ar e o corpo (Givoni, 1994).

Nos climas quentes, a ventilação natural é de extrema importância para a arquitetura, pois é responsável pela aeração dos ambientes (renovação do ar interior) e, em grande parte, pela sensação de conforto do usuário (Boutet, 1991). É função do arquiteto posicionar de maneira adequada as aberturas das edificações para um melhor aproveitamento dos ventos, tornando possível o cumprimento das exigências higiênicas de conforto térmico.

### **1.2 O clima quente e úmido**

Na faixa equatorial o clima varia de quente e seco a quente e úmido, sendo o último o predominante. Nele, as oscilações das temperaturas diárias e sazonais são pequenas e o nível de umidade relativa do ar é bastante alto. A temperatura do ar raramente ultrapassa a temperatura do corpo. Nesse clima, é típica a existência de céu parcialmente nublado, produzindo uma grande quantidade de radiação difusa. Nessas regiões, as edificações devem evitar ganhos de calor externo, enquanto dissipam aqueles produzidos no seu interior.

Grande parte do território nacional é coberto por regiões de clima quente e úmido, como é o caso de Maceió. Nessas regiões, a ventilação natural, associada à proteção solar, constitui o meio mais eficiente de se obter conforto térmico por vias passivas, isto é, sem o uso de equipamentos mecânicos. A importância da ventilação natural se acentua nas edificações onde esta constitui o meio mais eficaz para a obtenção do conforto térmico, como é o caso da grande maioria das construções escolares. O aproveitamento adequado da ventilação natural, além de reduzir o consumo de energia elétrica, acarreta o aumento da produtividade dos usuários desses espaços.

## **2 Objetivos**

O objetivo principal desse trabalho é investigar a influência conjugada dos parâmetros arquitetônicos relativos à *localização* e *dimensão* das aberturas de salas de aula típicas, na ventilação natural no interior destes espaços, aumentando o conforto ambiental e o rendimento discente nessas edificações.

### 3 Metodologia

Nesse trabalho, foram realizadas simulações utilizando o programa PHOENICS 2.2.2, baseado na CFD (*Computer Fluid Dynamics*). Ele foi desenvolvido para simplificar a definição e cálculos de problemas de termodinâmica e mecânica dos fluidos, através do método dos elementos finitos (CHAM, 1996).

Para efeito das simulações, a sala de aula típica considerada mede 6,00m X 6,00m e possui pé-direito de 3,00m, tendo aberturas em dois lados opostos.

#### 3.1 Definição dos modelos

Em relação à localização, foram definidos modelos cujas aberturas podem se encontrar na faixa *baixa* (do piso até 1,00m), faixa *média* (entre 1,00m e 2,00m) ou faixa *alta* (acima de 2,00m até o teto) da parede que as contém. No que se refere ao parâmetro dimensão, as aberturas de entrada do fluxo consideradas apresentam tamanhos equivalentes a 1/13, 1/8, 1/6 ou 1/5 da área do piso da sala de aula, de forma horizontal. Já as aberturas de saída possuem dimensão fixa equivalente a 1/6 do piso da sala. Quanto à direção do vento, foram consideradas as incidências de 90° e 45° em relação às aberturas, de acordo com os ventos dominantes no município de Maceió, resultando num total de 48 modelos computacionais.

### 4 Resultados

Os resultados das simulações são apresentados em forma de vetores, possibilitando a visualização da direção e intensidade (velocidade) do fluxo de ar nos modelos estudados, fato que não ocorre nos métodos tradicionais que usam o túnel de vento como instrumento de investigação. Dos 48 modelos simulados, foram selecionados os seis resultados mais representativos, devido à limitação do espaço, apresentados nas figuras de 1 a 12. Vale salientar que, para uma melhor visualização do fluxo no interior das salas, foram feitos recortes nos resultados, conforme mostram as figuras. Os modelos completos possuem áreas externas às salas bem maiores.

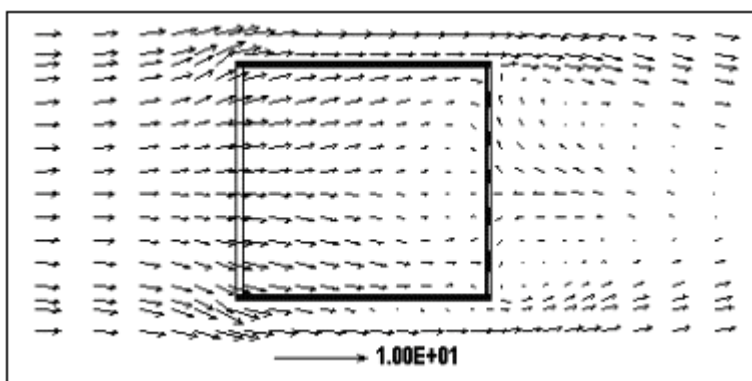


Fig. 1 Planta da sala com abertura de entrada = 1/5 do piso, na faixa média, e saída na faixa alta, com vento a 90°.

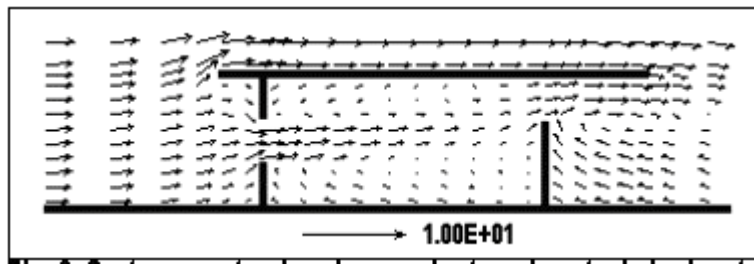


Fig. 2 Corte no centro da sala com abertura de entrada = 1/5 do piso, na faixa média, e saída na faixa alta, com vento a 90°.

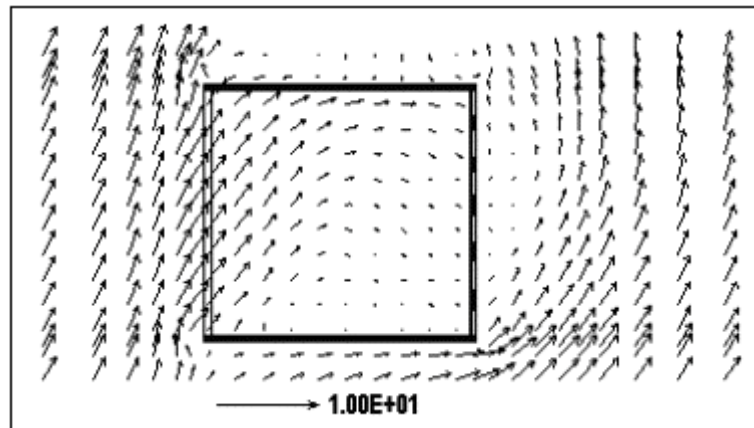


Fig. 3 Planta da sala com abertura de entrada = 1/5 do piso, na faixa média, e saída na faixa alta, com vento a 45°.

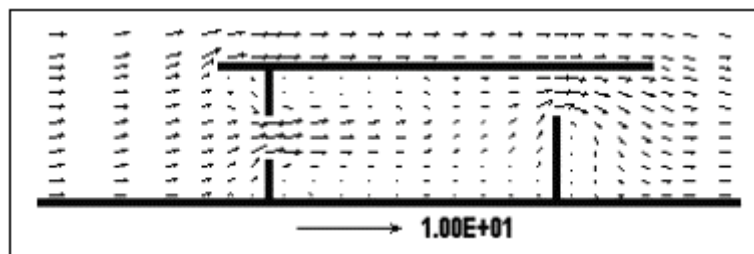


Fig. 4 Corte no centro da sala com abertura de entrada = 1/5 do piso, na faixa média, e saída na faixa alta, com vento a 45°.

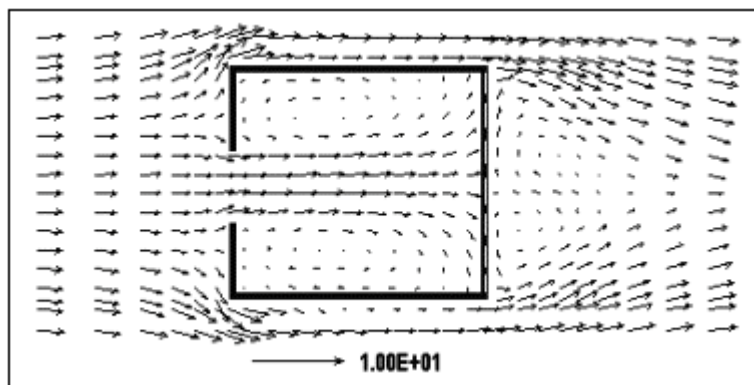


Fig. 5 Planta da sala com abertura de entrada = 1/13 do piso, na faixa alta, e saída também na faixa alta, com vento a 90°.

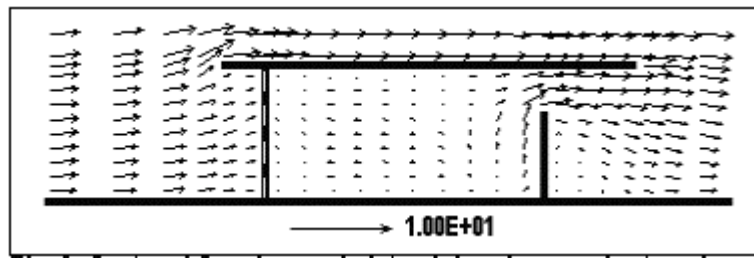


Fig. 6 Corte no centro da sala com abertura de entrada = 1/13 do piso, na faixa alta, e saída também na faixa alta, com vento a 90°.

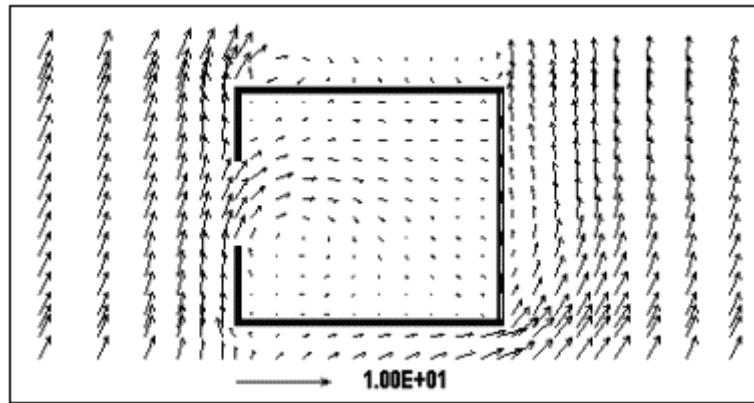


Fig. 7 Planta da sala com abertura de entrada = 1/13 do piso, na faixa alta, e saída também na faixa alta, com vento a 45°.

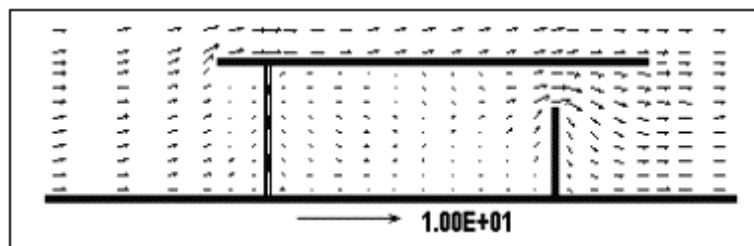


Fig. 8 Corte no centro da sala com abertura de entrada = 1/13 do do piso, na faixa alta, e saída também na faixa alta, com vento a 45°.

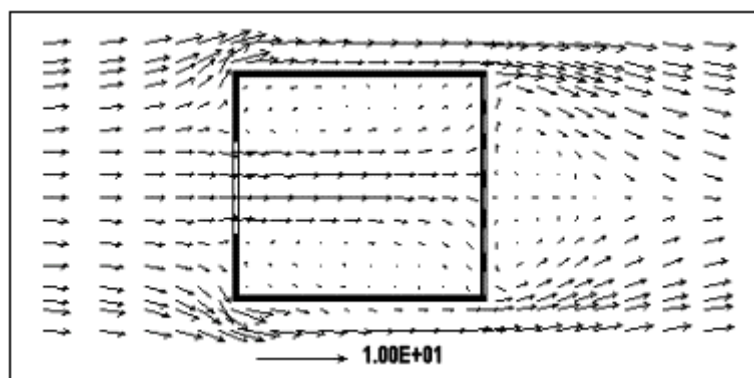


Fig. 9 Planta da sala com abertura de entrada = 1/6 do piso, na faixa baixa, e saída também na faixa baixa, com vento a 90°.

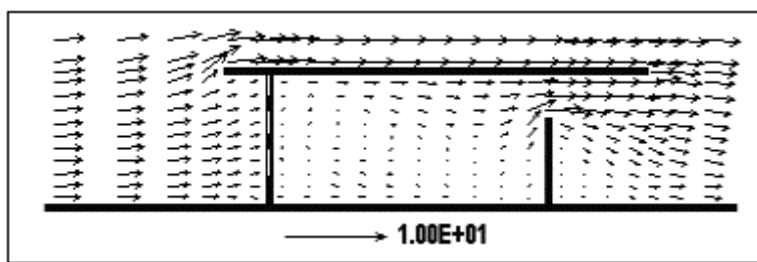


Fig. 10 Corte no centro da sala com abertura de entrada = 1/6 do piso, na faixa baixa, e saída também na faixa baixa, com vento a 90°.

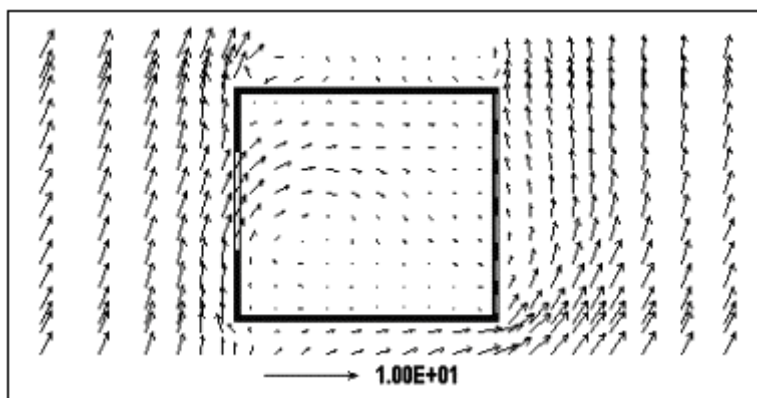


Fig. 11 Planta da sala com abertura de entrada = 1/6 do piso, na faixa baixa, e saída também na faixa baixa, com vento a 45°.

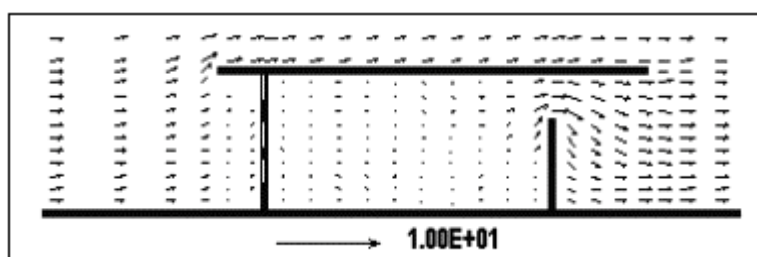


Fig. 12 Corte no centro da sala com abertura de entrada = 1/6 do piso, na faixa baixa, e saída também na faixa baixa, com vento a 45°.

## 5 Discussão dos Resultados e Conclusão

Através dos resultados, observou-se que, quando as aberturas de entrada do fluxo de ar se encontram na faixa média e as aberturas de saída na faixa alta, associadas a uma maior dimensão das aberturas, obtém-se um melhor padrão de circulação do ar no interior do ambiente (Fig. 1 a 4). Nesses casos, com ventos externos de 3 m/s, o fluxo de ar apresenta uma velocidade média em torno de 2 m/s no nível dos usuários, e a mínima observada é de 0,4 m/s no nível do solo, evitando que a poeira do chão da sala de aula atinja os estudantes.

Como já era esperado, a situação mais desfavorável foi verificada quando ambas as aberturas (de entrada e saída do fluxo) estão posicionadas na faixa alta das paredes, pois o fluxo fica praticamente canalizado próximo ao teto, acima do nível dos usuários,

gerando áreas onde a circulação do ar é reduzida (Fig. 5 a 8). Nesse caso, a velocidade do fluxo na altura das aberturas chega a atingir 4 m/s (com incidência do vento perpendicular à abertura), porém, na altura do usuário, a média é de apenas 0,3 m/s, com regiões de ar estagnado. Nesta configuração, embora os resultados sejam desfavoráveis no que tange ao resfriamento fisiológico, podem ser interessantes do ponto de vista do resfriamento do teto, já que, nas regiões equatoriais, uma parcela significativa de radiação solar atinge a cobertura dos edifícios.

Verificou-se, ainda, que as maiores velocidades do fluxo de ar no interior das salas de aula foram conseguidas com a incidência de vento a 90° (perpendicular) em relação às aberturas, apesar dos modelos com incidência de vento a 45° também apresentarem, em sua maioria, distribuição do fluxo com velocidades satisfatórias.

Os resultados apresentados mostram que a *localização* das aberturas exerce maior influência sobre o padrão de distribuição do ar das salas de aula do que a *variação da dimensão* das mesmas.

## 6. Referências Bibliográficas

Boutet, T. S. (1991): *Controlling Air Movement: A Manual for Architects and Builders*, MacGraw-Hill, New York.

CHAM Manual (1996): *The PHOENICS 2.2 Companion, CHAM Report TR313*, CHAM Limited, London.

Clark, G. (1989): *Passive Cooling Systems. Chapter 6 of Passive Cooling*. Cook, J. Ed., MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

Givoni, B. (1994): *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*, Van Nostrand Reinhold, New York.