



**III ENCONTRO NACIONAL  
I ENCONTRO LATINO-AMERICANO**  
Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

**EFEITO DE PROTETORES SOLARES VERTICAIS E HORIZONTAIS NA  
VENTILAÇÃO NATURAL DE SALAS DE AULA DO 2º GRAU**

Leonardo Bittencourt, Arquiteto, PhD

Gabriela Biana, bolsista CNPq

Jorge Marcelo Cruz, bolsista CNPq

Universidade Federal de Alagoas, Depto. de Arquitetura - CTEC

Campus A. C. Simões, Tabuleiro do Martins, CEP:57032-320 Maceió/AL, Brasil

Fone: (082) 2353285 E-mail: lsb@dcc.ufal.br

**RESUMO**

O presente trabalho apresenta uma investigação paramétrica usando simulações de computador, visando determinar o efeito produzido por diferentes combinações de espaçamento e profundidade de protetores solares, na ventilação de salas de aula medindo 6,00m x 6,00m x 3,00m. O resultado, em forma de vetores, mostra a influencia exercida por cada uma das configurações examinadas, tanto na intensidade como na direção do fluxo de ar no interior do ambiente, considerando uma incidência oblíqua (45°) do vento; informando ao projetista as zonas do ambiente onde a velocidade do ar é reduzida, bem como aquelas onde existem maiores possibilidades de correntes de ar.

**ABSTRACT**

The paper presents a parametric investigation using computer simulations aiming to determine the effect produced by different spacing and depth of shading devices, on ventilation inside classrooms (with 6.00m x 6.00m x 3.00m), considering an oblique wind incidence of 45°. The results, displayed as vectors, show the influence produced by each examined configuration, on the direction and velocity of the airflow. It shows regions of the room where air speed will be low and regions where draughts may occur.

**PALAVRAS-CHAVE**

Ventilação; protetores solares; conforto; escolas.

## 1. INTRODUÇÃO

Em climas quentes e úmidos, a proteção solar e a ventilação se constituem nas estratégias projetuais de maior eficiência bioclimática (Givoni, 1991, 1992). Muitas vezes, no entanto, a conjugação dessas duas estratégias pode apresentar conflitos importantes, pelo fato dos protetores solares interferirem no fluxo da ventilação.

O projeto de protetores solares é relativamente simples, e pode ser realizado graficamente com o auxílio de cartas solares (Bittencourt, 1991). Entretanto, a avaliação do desempenho da ventilação nos edifícios é complexa, e até recentemente requeria a utilização dos sofisticadas e caros túneis de vento.

Com o surgimento dos computadores com processadores do tipo 486 e a rápida evolução e refinamento de programas baseados na Dinâmica dos Fluidos Computadorizada (Computer Fluid Dynamics-CFD), os estudos em ventilação natural passaram a dispor de uma ferramenta de grande utilidade e versatilidade (Kato et al. 1992; Alamdari, 1991; Awbi 1991). Aqui essa importante ferramenta foi utilizada para avaliar o impacto de diferentes configurações de protetores solares na ventilação natural de salas de aula.

## 2. METODOLOGIA

Para efeito das simulações do efeito dos protetores solares no fluxo de ar foi modelada uma sala de aula padrão medindo 6m x 6m com pé-direito de 3m. A Figura 1 mostra o modelo de referência (sala destituída de protetores solares) utilizado nas simulações com os protetores solares. Foram consideradas duas saldas de ar na planta baixa, localizadas nas extremidades do ambiente para otimizar a circulação do vento. O corte apresenta unia salda de ar localizada na parte superior do ambiente, e um grande beiral que corresponde a um corredor aberto.

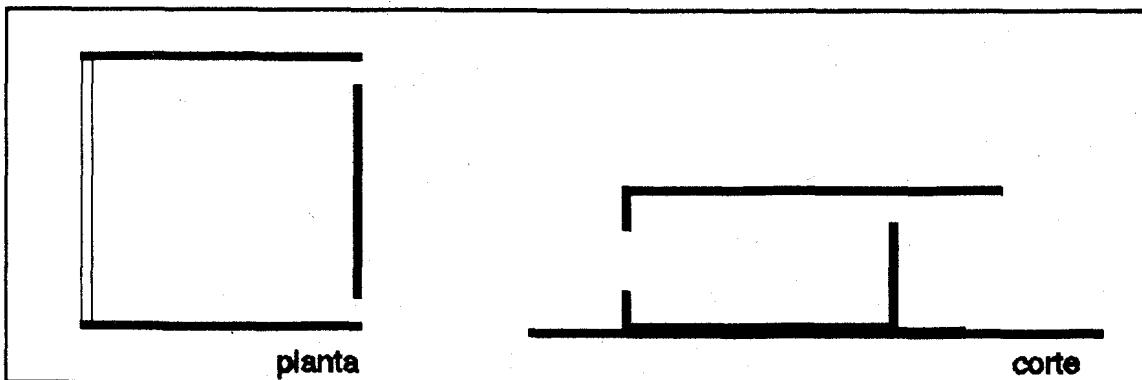


Figura 1. Modelo da sala de aula utilizada nas simulações.

Duas matrizes foram construídas para investigar o efeito combinado do afastamento e profundidade dos protetores solares, Figura 2 e 3. A Figura 2 mostra a matriz que envolve as simulações em corte com espaçamentos entre os protetores horizontais variando de 1,20m a 0,20m, e a profundidade de cada componente variando de 1,20m a 0,30m.

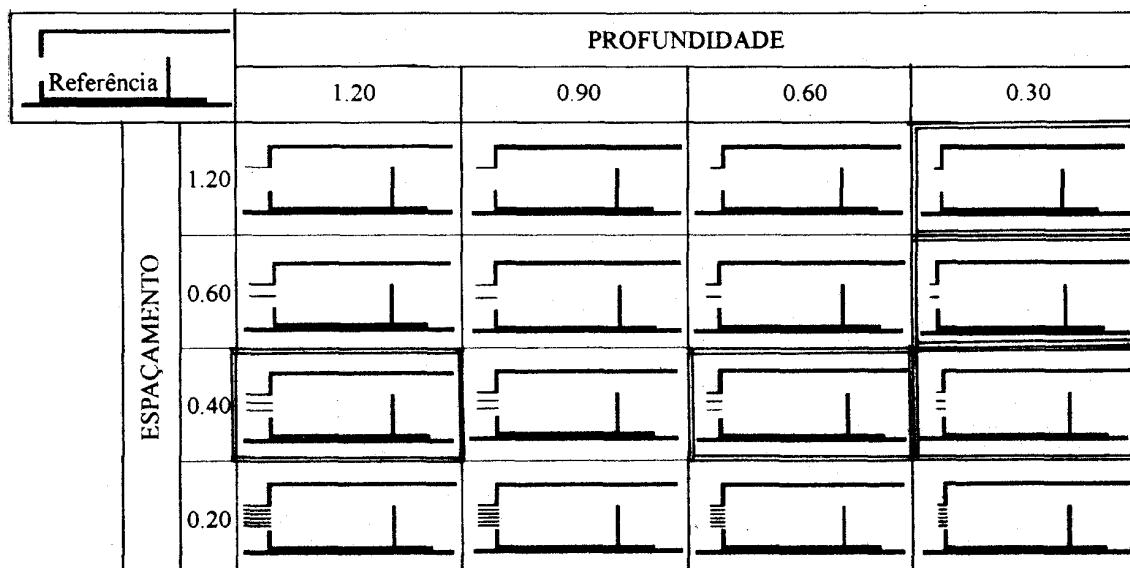


Figura 2. Modelos em corte, variando o espaçamento e profundidade dos protetores horizontais.

A Figura 3 apresenta a matriz referente aos protetores verticais representados nas plantas baixas, com espaçamento entre os componentes variando de 1,50m a 0,50m, e a mesma variação nas profundidades consideradas para os protetores horizontais. Nos dois modelo , o vento foi considerado com uma velocidade de 3 m/s e incidindo a 45° em relação ao plano das janelas, situação onde o redirecionamento do fluxo do ar se faz de forma mais intensa.

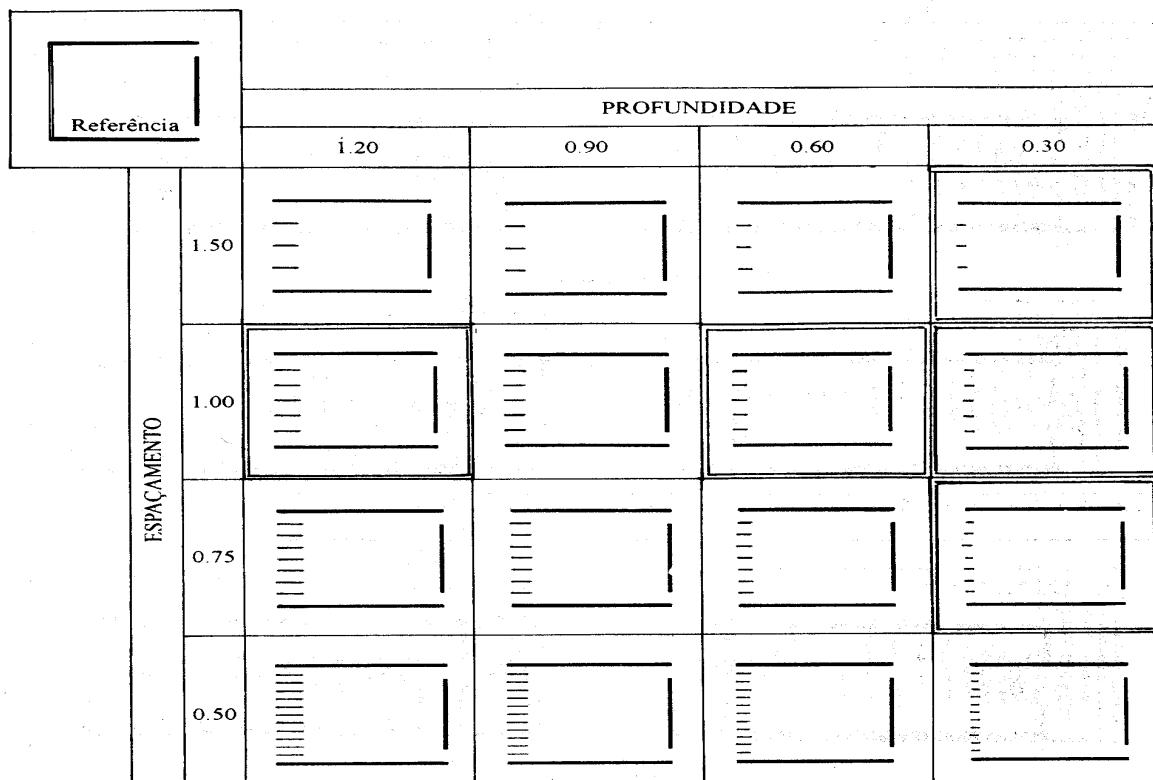


Figura 3. Modelos em planta, variando o espaçamento e profundidade dos protetores verticais.

### 3. RESULTADOS

O fluxo de ar é apresentado sob a forma de vetores que representam a direção e velocidade do mesmo em, cada ponto do modelo examinado. As Figuras 4 e 5 apresentam alguns dos resultados das simulações da influência exercida pelos protetores solares verticais no fluxo de ar, correspondentes aos modelos destacadas na Figuras 2 com uma moldura dupla na matriz.

A Figura 4 mostra a influência exercida no fluxo de ar por diferentes espaçamentos entre os protetores horizontais, em comparação com a sala de aula considerada como de referência (sala sem protetor nenhum, localizada no lado esquerdo superior das matrizes). A Figura 5 ilustra o efeito produzido por diferentes profundidades dos protetores. Os resultados ilustram claramente a influência de cada configuração no fluxo vento, tanto a nível de padrão de distribuição do ar como a nível de intensidade.

As Figuras 6 e 7 mostram os resultados simulados correspondentes aos modelos destacados na Figura 3, correspondentes ao efeito dos protetores solares verticais na ventilação dos espaços estudados. A Figura 6 compara a influência exercida na ventilação por diferentes espaçamentos entre, os protetores solares verticais, enquanto a Figura 7 ilustra o efeito produzido por diferentes profundidades destes mesmos protetores.

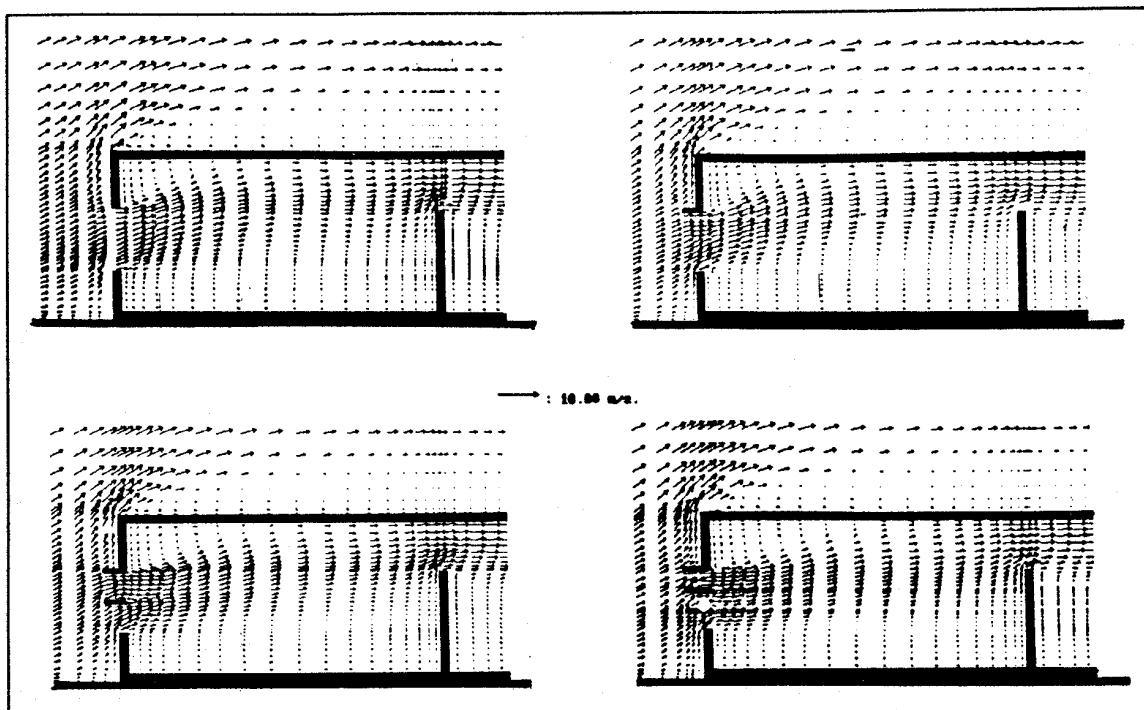


Figura 4. Influência de diferentes espaçamentos dos protetores horizontais.

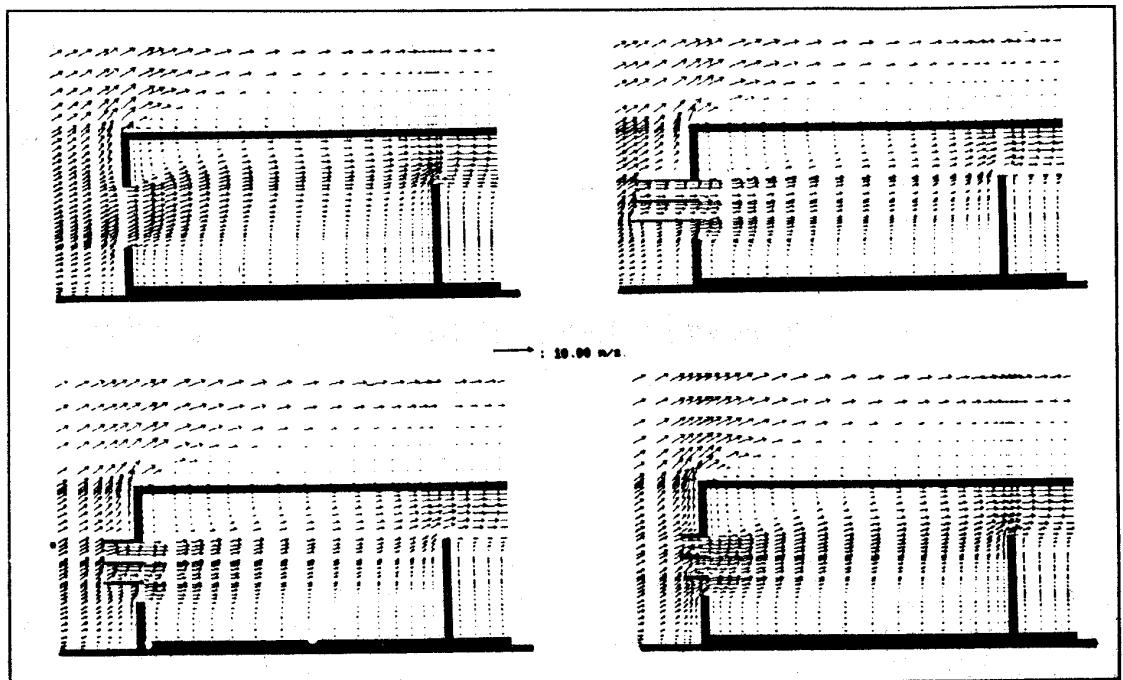


Figura 5. Influência de diferentes profundidades de protetores horizontais.

#### 4. DISCUSSÃO

As simulações sugerem que reduzidos afastamentos entre os protetores solares reduzem a velocidade do ar, mas propiciam uma distribuição mais uniforme do fluxo de ar no interior do ambiente, tanto em planta como em corte. O aumento da profundidade dos protetores solares não influencia substancialmente a distribuição do fluxo de ar mas podem reduzir a velocidade do vento de forma significativa.

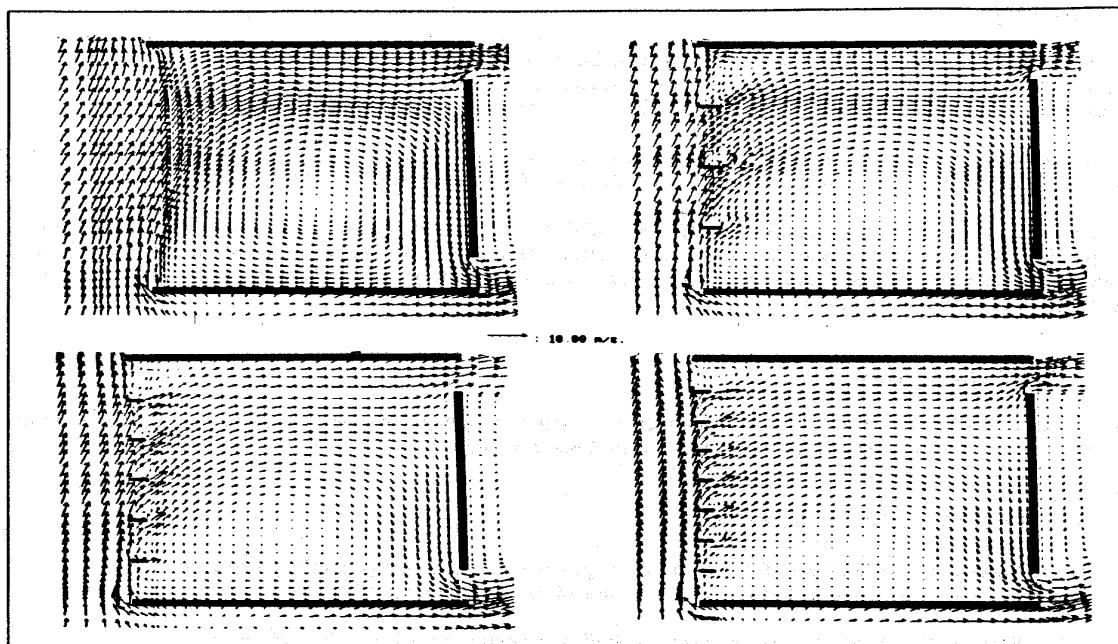
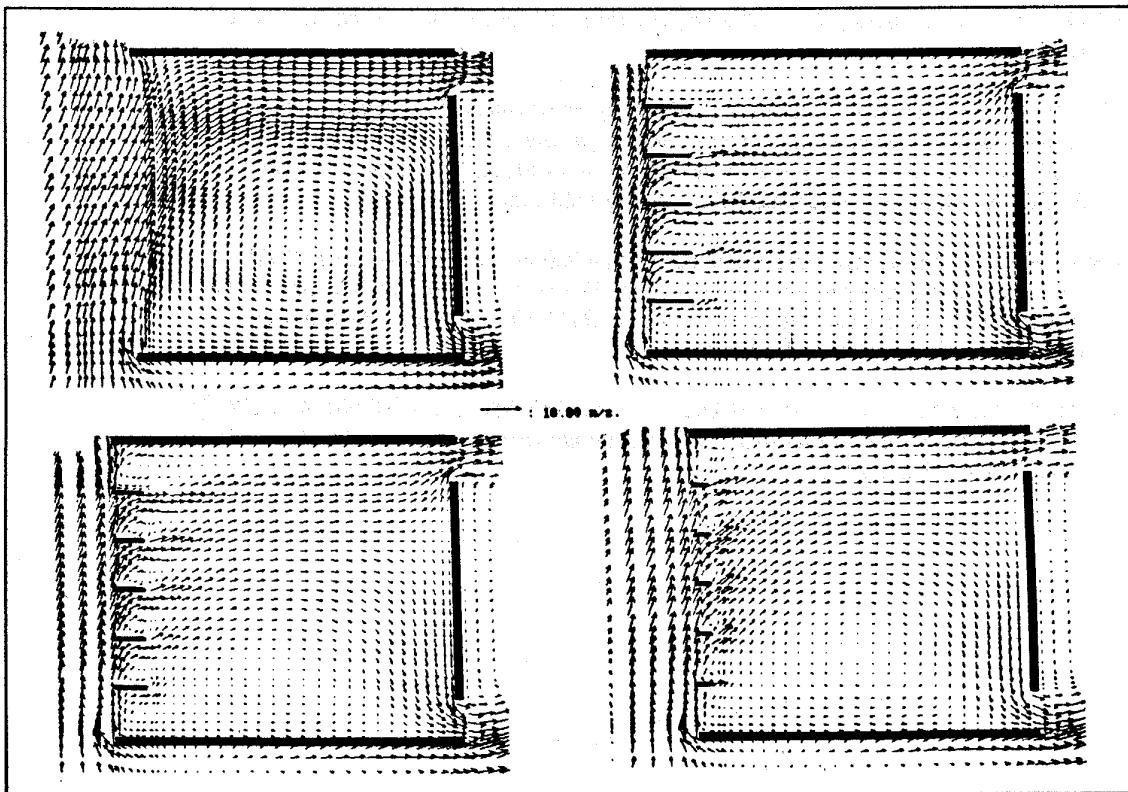


Figura 6. Efeito produzido por diferentes espaçamentos de protetores verticais.



**Figura 7.** Efeito produzido por diferentes profundidades de protetores horizontais.

## 5.CONCLUSÃO

As duas aberturas de saídas propiciam uma boa distribuição da ventilação no interior das salas investigadas. No entanto, urna adequada disposição dos protetores solares torna a distribuição do fluxo de ar mais uniforme, evitando zonas de ar estagnado e reduzindo a intensidade das correntes de ar.

As simulações sugerem que para una mesma máscara de sombra, protetores mais próximos e menos profundos produzem uni padrão de ventilação natural mais eficiente que aqueles mais afastados e mais profundos.

Este tipo de estudo ilustra também o grande potencial de ensino e pesquisa, na área de ventilação natural, proporcionado pelos programas de ventilação natural baseados em cálculos da mecânica dos fluidos computadorizada (Computer Fluids Dynamics-CFD), pois informa ao projetista com muita clareza o padrão da ventilação natural dos espaços projetados.

## 6. AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao Departamento de Arquitetura da UFAL pelo apoio e ao CNPq pelas bolsas de iniciação científica, que permitiram a realização desse trabalho.

## **7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

GIVONI, Baruch. Performance and applicability of passive and low energy cooling systems. In: *Energy and Buildings*, vol. 17, 1991. Lausane: Elsevier Sequoia, 1991.

GIVONI, Baruch. Comfort, climate analysis and building design guidelines. In: *Energy and Buildings*, vol. 18, 1992. Lausane: Elsevier Sequoia, 1992.

BITTENCOURT, Leonardo. *O uso das cartas solares: Diretrizes para arquitetos*. Maceió: Edufal, 1991. 92 p.

ALAMDARI, F. Thermo-fluid analysis in the built environment: Expectations and limitations. In: *Computational Fluid Dynamics for the Environmental and Services Engineer- Tool or Toy?* Seminar at the Institution of Mechanical Engineers, Londres, 26/11/1991. Londres: Mechanical Engineering Publications Ltd., 1991.

AWBI, H. B. Computational Fluid Dynamics in Ventilation. In: *Computational Fluid Dynamics for the Environmental and Services Engineer- Tbol or Toy?* Seminar at the Institution of Mechanical Engineers, Londres, 26/11/1991. Londres: Mechanical Engineering Publications Ltd., 1991.

KATO, S., MUKARAMI, S., MOCHIDA, A., AKABAYASHI, S. e TOMINAGA, Y. In: *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, vol.41, nº44. Amsterdam: Elsevier Publishers, 1992.