



## A INFLUÊNCIA DA FORMA DO PEITORIL VENTILADO NA VENTILAÇÃO NATURAL DE ESCOLAS NO CLIMA QUENTE E ÚMIDO.

**Thalianne de Andrade Leal (1); Leonardo Bittencourt (2); Christhina Cândido (3).**

(1) Graduação em Arquitetura em Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: [thalianne@ctec.ufal.br](mailto:thalianne@ctec.ufal.br)

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: [lsb@ctec.ufal.br](mailto:lsb@ctec.ufal.br)

(3) Laboratório de Conforto Ambiental – Universidade Federal de Alagoas, Brasil – e-mail: [christhina@ctec.ufal.br](mailto:christhina@ctec.ufal.br)

### RESUMO

**Proposta:** A crise de energia deflagrada em 2001 no Brasil revelou o nível de desperdício energético do país. A demanda para a concepção de edifícios com maior eficiência energética foi incrementada. Estas construções deveriam primar pela utilização de meios passivos de refrigeração e iluminação que apresentem menor dependência dos meios mecânicos, como aparelhos de ar condicionado e sistemas de iluminação artificial. Para o bom aproveitamento das condições regionais, adequando a edificação ao clima, o desempenho de diversos componentes arquitetônicos, entre eles os *peitoris ventilados*, necessita de maior investigação. Este trabalho investiga a adoção do peitoril ventilado, componente arquitetônico como forma de melhorar a distribuição do fluxo de vento em ambientes escolares. **Método de pesquisa/Abordagens:** Análise comparativa de três formatos de peitoril ventilado e um modelo considerado de referência através de simulações computacionais no programa PHOENICS 3.6. **Resultados:** Os resultados demonstraram que o peitoril ventilado apresentou-se capaz de aumentar o fluxo de ar no interior das salas estudadas, particularmente no plano de trabalho dos estudantes. **Contribuições/Originalidade:** O formato do peitoril ventilado influencia diretamente no insuflamento de ar no interior do ambientes.

Palavras-chave: ventilação natural, escolas, peitoril ventilado.

### ABSTRACT

**Propose:** The energy crises occurred in Brazil in 2001 has shown the energy waste existing in the country. The need for increasing the energy efficiency in many sectors of the Brazilian economy has reached the general public in addition to the existing government discourse. The demand higher energy efficiency buildings design was highlighted. These buildings should rely on the use of passive means to active cooling and day lighting, which decrease the demand for air conditional and artificial lighting systems. To table advantage of regional conditions, adapting buildings to the climate, the performance of architectural components, such as the “ventilate sill”, needs further investigations. It intends to evaluate the quantitative and qualitative influence of the component in the airflow inside the studied classrooms. **Methods:** Comparative analysis between three different patterns of the “ventilate sill” with a typical building. Simulations where realized with PHOENICS 3.6 software. **Findings:** Results show the potential of a “ventilate sill”, a buildings component able to improve natural ventilation in classrooms. **Originality/value:** Results show the influence of different patterns of the “ventilate sill” on the airflow inside the classrooms.

Keywords: passive cooling, classrooms, “ventilate sill”.

# 1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento das atividades humanas está associado, em grande parte, à utilização de energia elétrica. A partir da discussão da crise energética que marcou o ano de 2001, a preocupação com a eficiência da energia nos edifícios influenciou novos estudos na área do conforto ambiental. Entretanto, a ênfase da atitude energética está estritamente relacionada a sistemas tecnológicos, com menos influência no projeto de arquitetura, por razões culturais e econômicas (GONÇALVES, 2004).

Nos climas quentes e úmidos, as edificações devem evitar ganhos de calor externo, enquanto dissipam aqueles produzidos no seu interior (KOENIGSBERGER *et al*, 1974). Como estratégias bioclimáticas mais eficientes temos o sombreamento e a ventilação natural, e a zona de conforto está intrinsecamente relacionada com a velocidade do vento (FANGER, 1987). Apesar das potencialidades encontradas no clima tropical brasileiro, a eficiência energética na grande maioria das construções brasileiras deixa muito a desejar (SAYEGH, 2001). Tal fato se deve, em muitos casos, à inadequação das edificações ao clima regional, já que, ao não dispor do potencial de iluminação e ventilação naturais, as edificações requerem o uso de meios mecânicos de refrigeração e iluminação nos ambientes.

Em Maceió, mesmo situadas em condições climáticas favoráveis, muitas edificações não consideram os requisitos que poderiam proporcionar a obtenção de conforto térmico e lumínico por meios passivos. Entre estas construções estão inseridos os edifícios escolares. Com os reduzidos recursos recebidos por estas instituições, a adoção de meios passivos de climatização poderia incrementar o conforto térmico dos seus usuários, com menor dispêndio de energia. Sendo assim, os investimentos em outros setores, como equipamentos escolares, por exemplo, poderiam ser incrementados com os recursos provenientes da redução dos custos com energia elétrica.

Esta pesquisa avalia a potencialidade de uso de um dispositivo arquitetônico, o peitoril ventilado, para incrementar o aproveitamento da ventilação natural em espaços de sala de aula, foto 1. O peitoril ventilado constitui-se de um dispositivo composto por uma lâmina horizontal e um fechamento vertical, em formato de “I” invertido que pode ser utilizado abaixo das esquadrias como fonte complementar de um insuflamento de ar em alturas mais baixas, figura 1. Tal dispositivo pode ser utilizado para proporcionar movimento do ar em locais de trabalho, onde os usuários estão sentados, ou em dormitórios, por exemplo.



Foto 1 – Peitoril ventilado em edifício de pesquisa da UFAL, Maceió/AL. Fonte: Os autores, 2005.

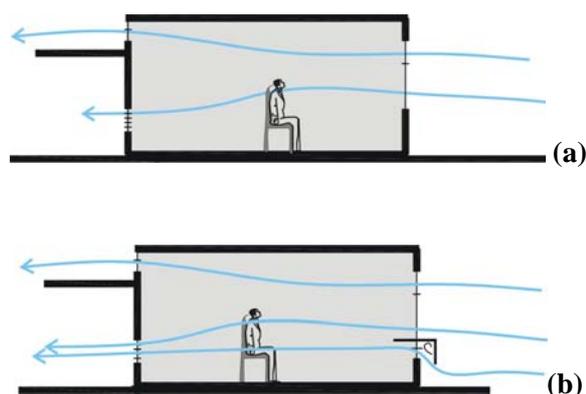


Figura 1 – Esquema do insuflamento de ar em um ambiente desprovido de peitoril ventilado (a) e outro onde o dispositivo é empregado (b)

Esta pesquisa é desenvolvida pelo GECA-UFAL – Grupo de Estudos em Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas e faz parte de um amplo conjunto de investigações de dispositivos arquitetônicos para edificações escolares no clima quente e úmido do nordeste brasileiro.

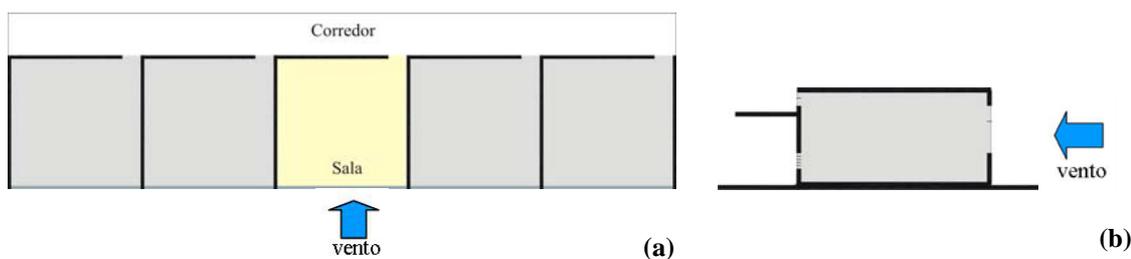
## 2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da adoção de três diferentes formatos de peitoris ventilados (ortogonal, inclinado e curvo) na velocidade do vento e na distribuição do fluxo de ar no interior de ambientes de sala de aula. Possui os seguintes objetivos específicos: (a) analisar o desempenho, em relação à ventilação natural, do peitoril ventilado localizados em salas de aula, tanto do ponto de vista quantitativo como qualitativo; (b) incrementar o conforto ambiental nos espaços de sala de aula, a partir de uma maior adaptação do edifício ao meio climático; (c) auxiliar na redução do consumo de energia elétrica nos ambientes escolares.

## 3 METODOLOGIA

A metodologia utilizada na pesquisa constitui em uma análise comparativa de três diferentes formatos de peitoril ventilado (ortogonal, inclinado e curvo) entre si e em relação a um modelo considerado típico, sem a adoção dos dispositivos. Para tal, foram realizadas simulações computacionais com o auxílio do software PHOENICS 3.6. Este programa, que se baseia na Dinâmica dos Fluidos Computadorizada, proporciona a análise da velocidade do vento e da distribuição do fluxo do ar no interior dos ambientes. Os resultados são apresentados sob a forma de vetores, campos de velocidade ou isolinhas do fluxo, associados a uma escala de cores que informa a velocidade do vento para qualquer ponto do ambiente.

Primeiramente foi simulado o desempenho de uma sala com a configuração considerada típica, servindo como modelo de referência para fins de comparação com os demais modelos (figura 2 a e b). O modelo possui 5 salas dispostas ao longo de um corredor, sendo escolhida para a análise a sala central. A sala mede 6,00 x 6,00m, com pé-direito de 3,00m, figura 2a. Foram adotadas duas aberturas voltadas para o corredor e duas para o exterior. As aberturas voltadas para o corredor medem 0,50 m de altura, sendo a primeira localizada entre a laje da sala e do corredor e a segunda a 0,50m do nível do piso (preenchida com cobogós), figura 1b. As aberturas voltadas para o exterior possuem as dimensões de 6,00m x 1,10m e peitoril de 1,00m (janelas) e 6,00m x 0,50m e peitoril de 2,10m (bandeiras).



**Figura 2 – Planta baixa (a) e corte A-A' (b) do modelo de referência.**

O modelo onde foi adotado o peitoril ventilado obedeceu às mesmas configurações similares ao modelo considerado de referência. Foram investigados três diferentes formatos do peitoril ventilado: ortogonal, inclinado e curvo. A variação deste dispositivo tem por finalidade investigar a influência da sua forma aerodinâmica na distribuição do fluxo de ar no interior do ambiente. As janelas e bandeiras sob três combinações: simples (janela e bandeira fechadas e peitoril aberto), dupla (janela fechada e bandeira e peitoril abertos) e dupla e peitoril (janela, bandeira e peitoril abertos), quadro 1. A influência de cada um dos parâmetros – forma do peitoril ventilado, janelas e bandeiras – foi investigada, tanto isoladamente como em conjunto. Os resultados foram comparados com o fluxo de ar obtido na sala dotada de janelas e bandeiras e desprovida de peitoril ventilado.

**Quadro 1 – Resumo das variáveis arquitetônicas investigadas.**

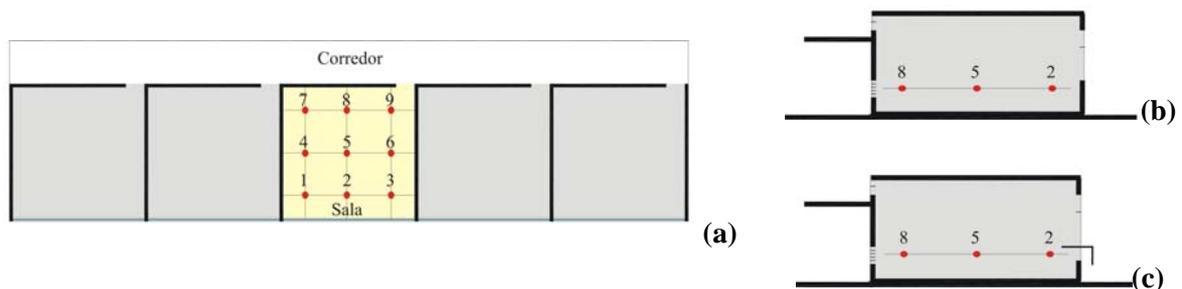
	<i>Ortogonal</i>	<i>Inclinado</i>	<i>Curvo</i>
<b>Formato peitoril</b>			
<b>Aberturas de entrada</b>	<i>Simple</i>	<i>Dupla</i>	<i>Dupla e peitoril</i>

O ângulo de incidência do vento é de 90° em relação às aberturas de entrada. O gradiente de vento foi calculado utilizando-se os coeficientes de rugosidade para edificações localizadas na malha urbana (JACKMAN,1980 apud BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2005). A velocidade do vento (V) foi calculada através da expressão que relaciona a velocidade média ( $V_m$ ) do vento na estação meteorológica, medida a uma altura padrão de 10m (m/s), à velocidade média (V) do vento na altura da entrada do vento (m/s), altura das aberturas da entrada do vento (z) e os coeficientes de correção da velocidade do vento, de acordo com a rugosidade para malha urbana ( $k = 0,35$ ,  $a = 0,25$ ), Eq. 01. O valor da velocidade do vento medido na estação adotado foi de 4,33m/s, através da média entre os meses de Dezembro a Fevereiro, adotando-se os horários de 9:00h, 15:00h e às 21:00h excluindo-se os períodos com calmaria (BITTENCOURT, 1993).

[Eq. 01]

$$V/V_m = k \cdot z^a$$

Os resultados foram analisados com o auxílio de uma malha composta por nove pontos distantes 0,75m do piso do ambiente estudado. Esta malha foi utilizada para a tabulação da velocidade do vento em cada ponto da sala e para o cálculo da velocidade média no interior da mesma, figura 3.



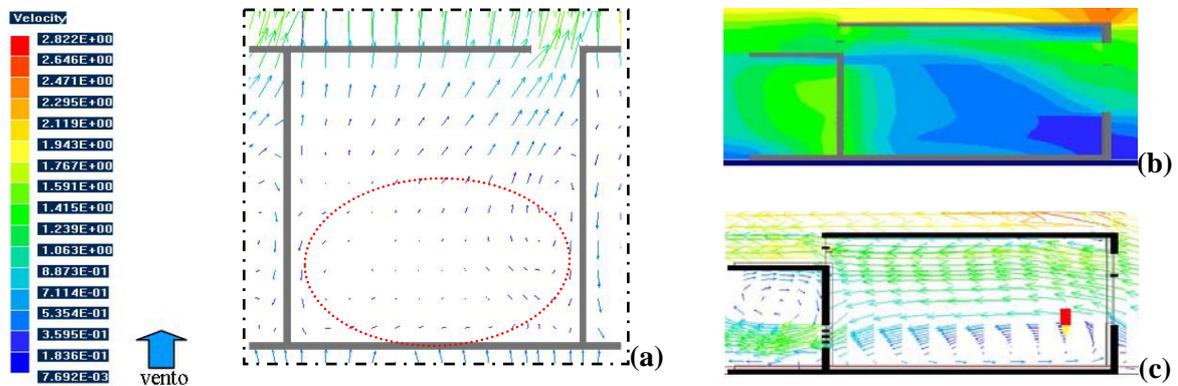
**Figura 3 – Malha de análise - Planta baixa (a) e corte A-A': modelo sem peitoril (b) e com peitoril (c).**

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Modelo de referência

No modelo com janela e bandeira abertas observa-se a incidência de velocidade do vento de 0,19m/s nos pontos 1, 2, 3, 4, 5 e 6, figura 4a. Nos pontos 7, 8 e 9 este valor eleva-se para 0,54m/s, favorecido pela aceleração do fluxo de ar ao sair pelas aberturas inferiores voltadas para o corredor. O corte

passando pelo centro do ambiente demonstra o direcionamento do fluxo de ar para a porção superior, figura 4b. O fluxo de ar que entra pela janela da sala sai pela abertura superior voltada para o corredor, diminuindo o insuflamento na altura do usuário sentado, figura 4c. A velocidade média no interior do ambiente foi de 0,30m/s, velocidade que pode ser insuficiente para que o usuário perceba a movimentação do ar e, conseqüentemente, auxilie no conforto térmico dos mesmos.

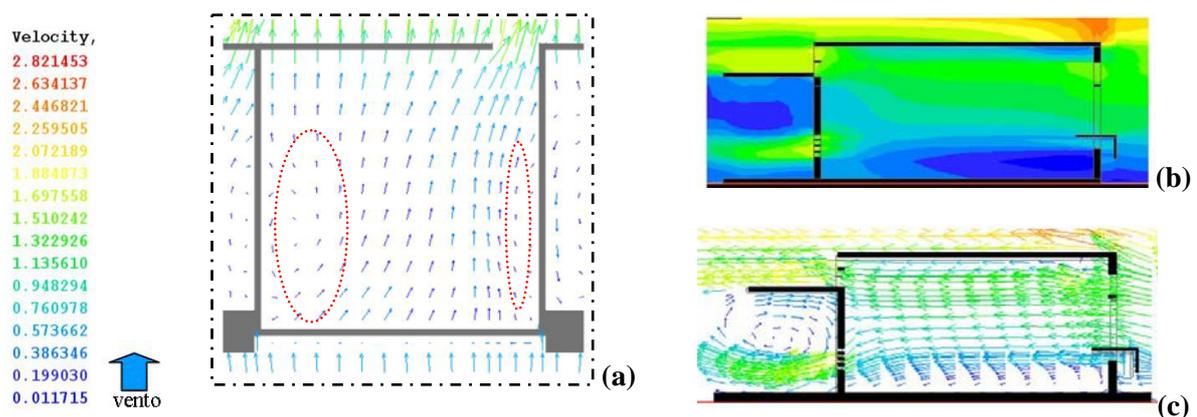


**Figura 4 - Modelo de referência com janela e bandeira abertas: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

Em relação à distribuição do fluxo de ar este se apresenta concentrado na parte superior do ambiente, figura 4c. Desta forma, na altura do plano de análise, ocorre a formação de zona de recirculação do ar, correspondendo a mais de 2/3 do ambiente, figura 4a. Estas zonas de vórtices podem contribuir para o desconforto térmico dos usuários ao passo que apresentam baixa velocidade do vento, não favorecendo o resfriamento fisiológico ou da edificação.

#### 4.2 Modelo com peitoril ventilado ortogonal

Com a adoção do peitoril ventilado, e mantendo-se a janelas e bandeira abertas, a configuração da ventilação natural na sala de aula tomou outras definições. A média da velocidade foi de 0,55m/s, correspondendo a um acréscimo de, aproximadamente, 46% em relação ao modelo de referência, figuras 4a e 5a.

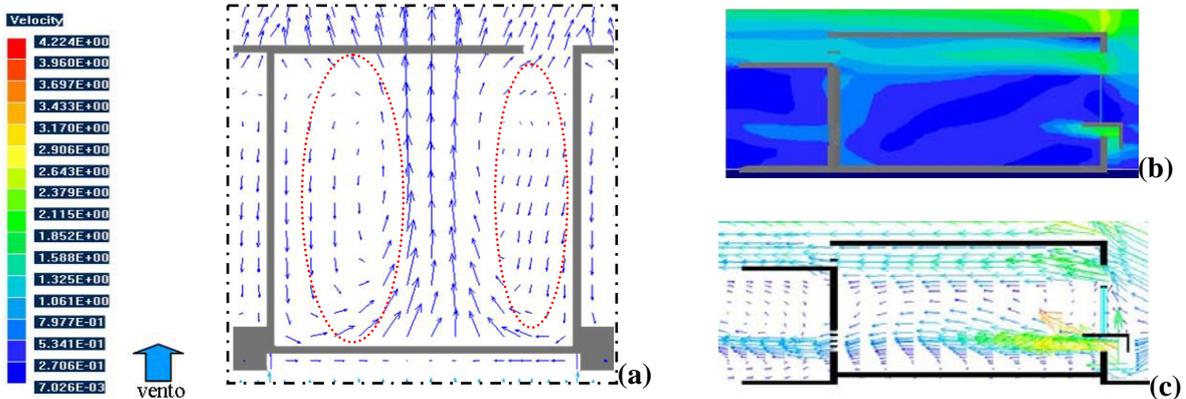


**Figura 5 – Modelo com peitoril ortogonal, com janelas e bandeiras abertas: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

O insuflamento de ar proporcionado pelo peitoril, elevou os valores da velocidade do vento para 0,39m/s nos pontos 1 a 4 e 0,57m/s nos pontos 5 e 6. Nos pontos 7 a 9, a velocidade foi de 0,76m/s. A distribuição ocorre de forma mais uniforme em relação ao modelo desprovido de peitoril ventilado, com uma menor incidência de zonas de formação de vórtices, figuras 4a e 5a. O insuflamento de ar

proveniente do peitoril diminuiu a zona de recirculação do ar para duas pequenas regiões próximas às paredes da sala, figuras 5a e 5c.

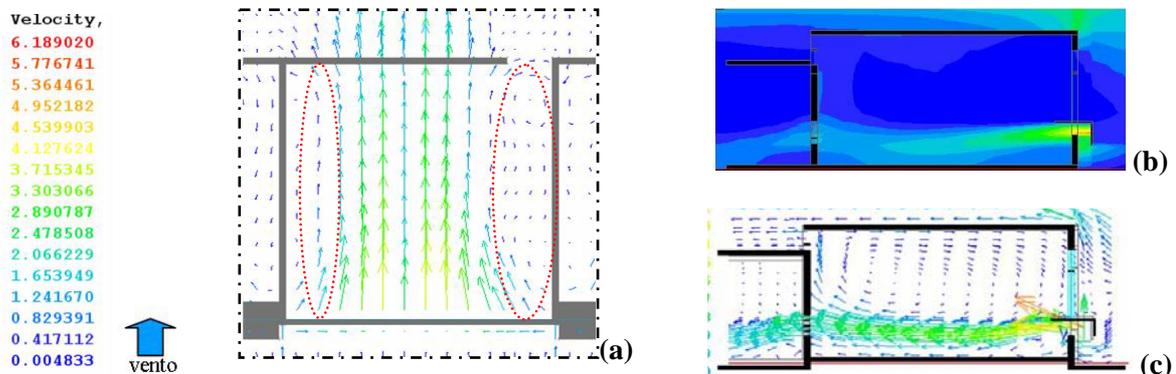
Com o fechamento da janela a média da velocidade do vento elevou para 0,65m/s, devido ao maior insuflamento de ar na abertura do peitoril ventilado. Tal valor corresponde a um incremento de 54% em relação ao modelo sem peitoril, figuras 4a e 6a. A velocidade nos pontos 1, 3, 4, 6, 7 e 9 foi de 0,53m/s e 0,80m/s nos pontos 2 e 5. No ponto 8 este valor se eleva para 1,06m/s, figura 6a.



**Figura 6 – Modelo com peitoril ortogonal, com janela fechada e bandeira aberta: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

Apesar de maiores valores na velocidade do vento média e pontual, a distribuição do fluxo de ar apresenta um desempenho inferior àquele observado no modelo com as janelas aberta. A distribuição do fluxo de ar ocorre de forma não uniforme, com a maior incidência de zonas de recirculação ao ar. O insuflamento de ar é direcionado para altura do usuário sentado e para a parte superior do ambiente, figura 6c.

O último modelo dotado de peitoril ventilado ortogonal com janela e bandeira fechadas demonstra na secção horizontal áreas com velocidades elevadas. A média para a sala ficou em torno de 0,88 m/s, sendo um incremento de 66% em relação ao modelo sem peitoril ventilado, figuras 4a e 7a. O maior insuflamento de ar disponível na altura do plano de análise elevou os valores da velocidade do vento para 0,83m/s nos pontos 1, 3, 4, 6, 7 e 8. Nos pontos 2 e 5 o valor eleva-se para 1,24m/s e diminui para 0,42m/s no ponto 9, figura 7a.



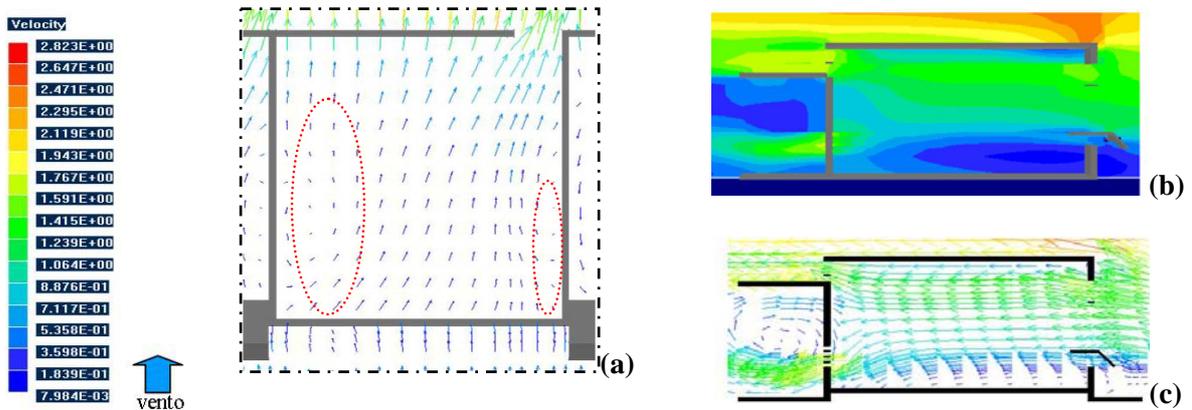
**Figura 7 – Modelo com peitoril ortogonal, com janela e bandeira fechadas: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

A distribuição do fluxo de ar apresenta-se de forma mais uniforme devido ao maior insuflamento de ar proveniente do direcionamento do mesmo para a abertura do peitoril ventilado, figura 7b. A formação

de zonas de vórtices foi minimizada, havendo um insuflamento uniforme no centro do ambiente e áreas de recirculação nas faixas laterais, próximos às paredes, figuras 7a e 7c.

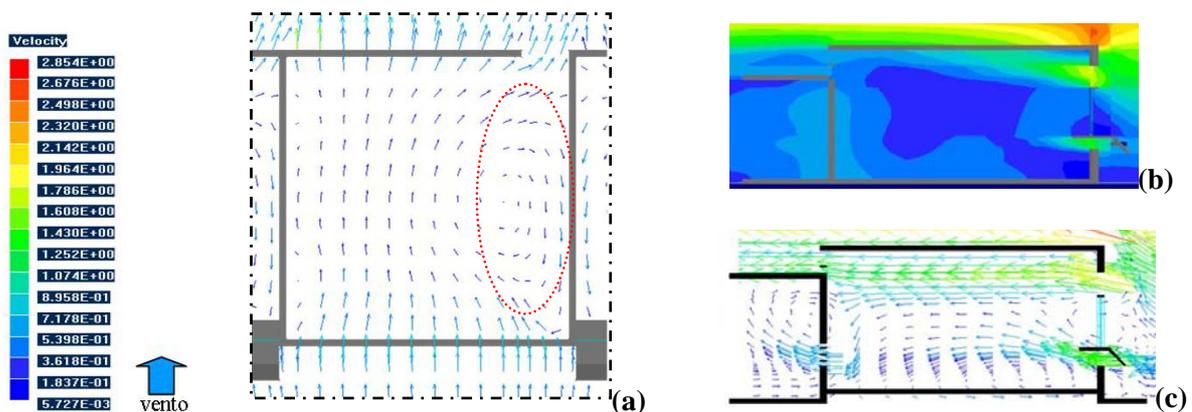
### 4.3 Modelo com peitoril ventilado inclinado a 45°

Com a inclinação do peitoril ventilado, a velocidade média na sala foi de 0,52m/s, correspondendo a um incremento de 42% em relação ao modelo sem peitoril, figuras 4a e 8a. A velocidade nos pontos 1 a 6 foi de 0,36m/s e 0,84m/s nos pontos 7 a 9, figura 8a. Ocorre uma maior uniformidade na distribuição do fluxo de ar em relação ao modelo desprovido de peitoril ventilado, figuras 4a e 8a. As zonas de vórtices ocorrem na faixa lateral da sala, semelhante ao que ocorre no modelo com peitoril ortogonal, figuras 5a e 8a. Na secção horizontal não estão presentes grandes áreas de turbulência, tendo a configuração vetorial um caráter linear, figuras 8b e 8c.



**Figura 8 – Modelo com peitoril inclinado, com janela e bandeira abertas: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

Com a janela fechada, a maior intensidade de velocidade do vento é verificada próxima à bandeira. Na secção horizontal a média foi de 0,44m/s, incremento da ordem de 32% em relação ao modelo sem peitoril ventilado. Nos pontos 1 a 3 e 9 a velocidade foi de 0,54m/s, diminuindo para 0,36m/s nos pontos 4 a 8, figura 9a.

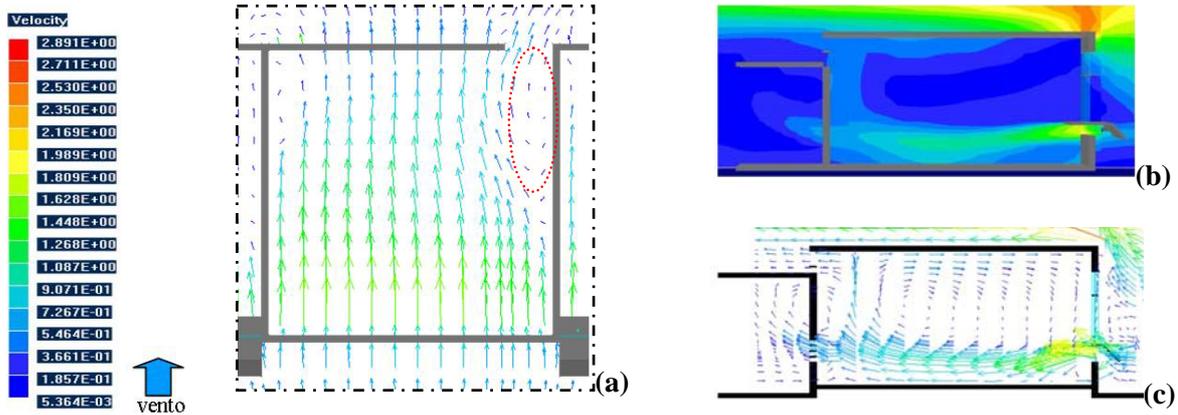


**Figura 9 – Modelo com peitoril inclinado, com janela fechada e bandeira aberta: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

A distribuição do fluxo de ar ocorre de forma uniforme, com a formação de uma zona de vórtices na faixa lateral do ambiente. Este modelo apresenta uma melhor distribuição do fluxo de ar em relação ao modelo com peitoril ortogonal, figuras 6a e 9a. Embora os valores da velocidade média sejam

próximos, o melhor aproveitamento do fluxo de ar, com o uso do peitoril ventilado inclinado, indica a importância da forma do dispositivo para a maior ou menor captação do ar para o interior do ambiente, figuras 6c e 9c.

Com o fechamento das janelas, o potencial de captação do peitoril ventilado é otimizado. A média da velocidade foi de 1,15m/s sendo um incremento na ordem de 74% em relação ao modelo sem peitoril ventilado, figuras 4a e 10a. A velocidade do vento no ponto 1 foi de 1,62m/s e 1,44m/s nos pontos 2 e 3. Nos pontos 4 a 6 a velocidade foi de 1,22m/s e 0,73m/s nos pontos 7 a 9, figura 10a.

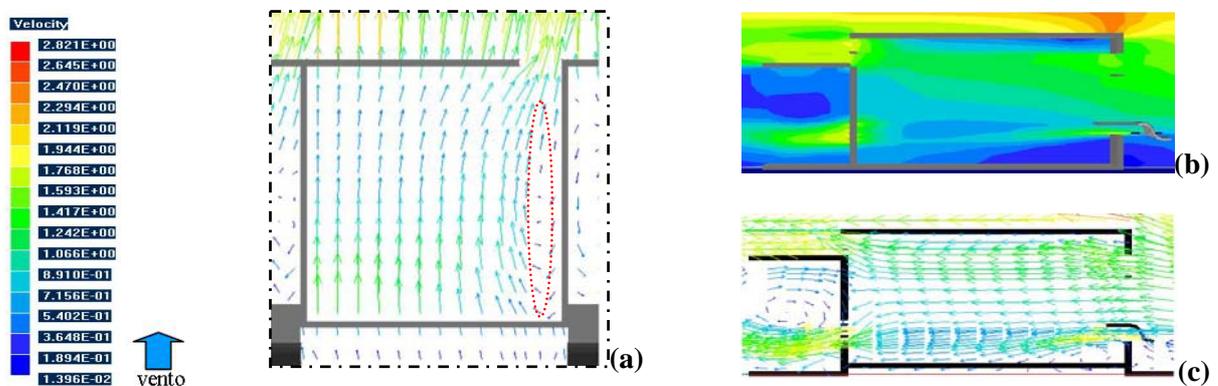


**Figura 10 – Modelo com peitoril inclinado, com janela e bandeira fechadas: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

A distribuição do fluxo de ar na altura do plano de análise foi uniforme, com a formação de uma pequena zona de recirculação próximo a porta do ambiente, figura 10a. O aproveitamento do fluxo de ar é superior àquele observado no modelo com peitoril ortogonal, visto a menor área de formação de vórtices, figuras 7a e 10a.

#### 4.4 Modelo com peitoril ventilado curvo

O valor da velocidade média no modelo com peitoril curvo onde a janela e bandeira forma consideradas abertas foi de 1,10m/s. Este valor corresponde a um incremento de 73% em relação à velocidade do vento obtida no modelo sem peitoril e 50% ao ser comparado com os modelos com peitoril ortogonal e inclinado, figuras 4a, 5a, 8a e 11a. O valor da velocidade do vento nos pontos 1 e 2 foi de 1,42m/s e 1,24m/s no ponto 3. Nos pontos 4, 5 e 6 a velocidade foi de 1,06m/s e 0,89m/s nos pontos 7 a 9, figura 11a.



**Figura 11 – Modelo com peitoril curvo, com janela e bandeira abertas Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.**

O melhor desempenho do peitoril curvo também é observado em relação à distribuição do fluxo de ar no interior do ambiente. A distribuição ocorre de maneira uniforme, com a formação de uma pequena zona de vórtice próximo à parede lateral do ambiente. Tal fato se deve a maior captação do fluxo de ar resultante do formato aerodinâmico do peitoril possibilitando um maior insuflamento de ar, figuras 11b e 11c.

No modelo com janela fechada e bandeira aberta, a velocidade média foi de 0,50m/s, correspondendo a um incremento de 40% em relação ao modelo sem peitoril ventilado, figuras 4a e 12a.. O valor da velocidade nos pontos 1 e 3 foi de 0,67m/s e 0,75m/s no ponto 2. Nos pontos 4, 6, 7 e 9 a velocidade foi de 0,37m/s e 0,47m/s nos pontos 5 e 8, figura 12a.

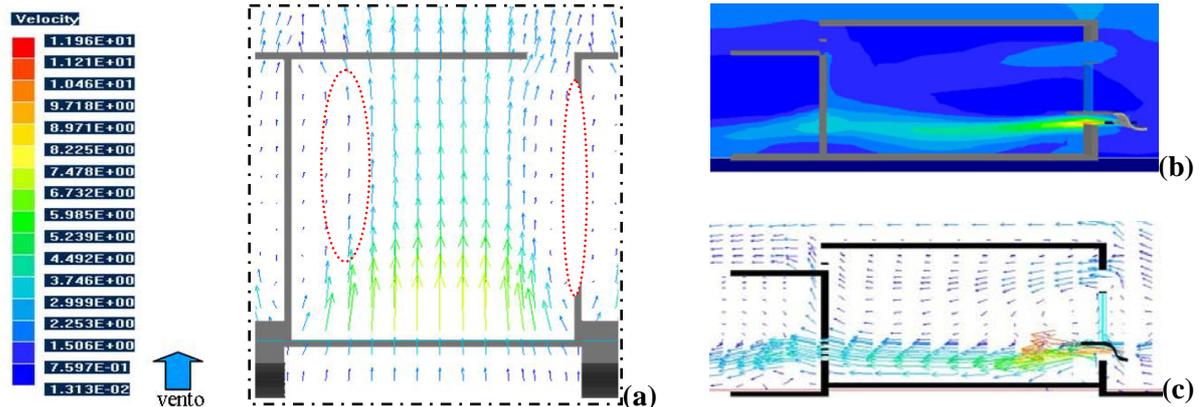


Figura 12 – Modelo com peitoril curvo, com janela fechada e bandeira aberta Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.

A distribuição do fluxo de ar apresenta-se de forma uniforme, com a formação de pequenas zonas de turbulência nas faixas laterais do ambiente, semelhante ao que ocorre nos modelos com peitoril ortogonal e inclinado, figuras 6a, 9a e 12a. Entretanto, a área de formação de vórtices é menor no modelo com peitoril curvo, demonstrando o melhor aproveitamento do insuflamento de ar, proporcionado pelo formato do dispositivo, figuras 12b e 12c.

No modelo onde a janela e a bandeira foram fechadas, a média da velocidade do vento foi de 1,18m/s, proporcionando um incremento de 75% em relação à velocidade do vento obtida no modelo sem peitoril ventilado, figuras 4a e 13a. A velocidade do vento nos pontos 1, 2 e 3 foi de 1,62m/s e 1,44m/s nos pontos 4 e 5. Em relação ao modelo dotado de peitoril ortogonal, houve um incremento de 25% no valor da velocidade média do vento e, em relação ao modelo dotado de peitoril inclinado, a média foi semelhante, figuras 7a, 10a e 13a.

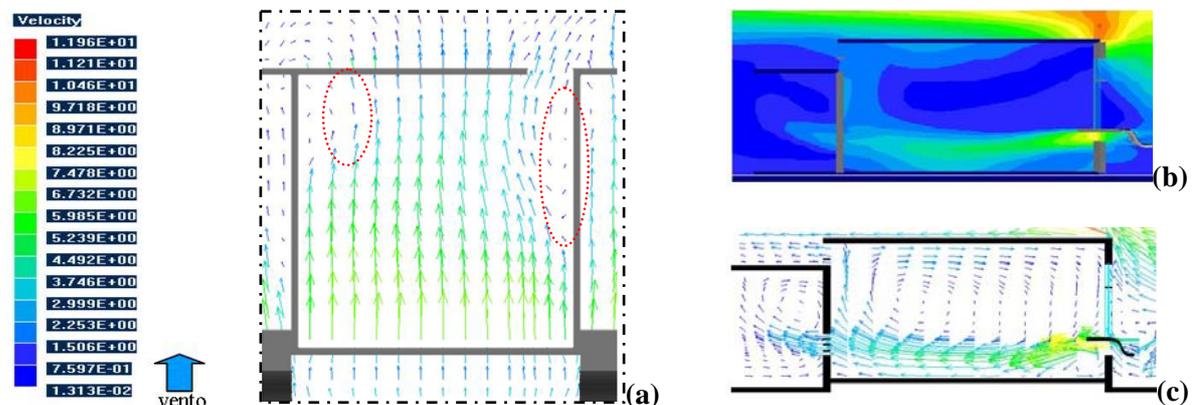


Figura 13 – Modelo com peitoril curvo, com janela e bandeira fechadas: Planta baixa (a) e corte no centro da sala (b e c). Visualização em vetores (a e c) em campos de velocidade (b), plano de análise de 0,75m.

Em relação à distribuição do fluxo de ar, o formato aerodinâmico do peitoril favoreceu uma maior captação do vento, proporcionando um insuflamento do ar no interior da sala, figuras 13a, 13b e 13c. Observa-se a formação de vórtices na proximidade da porta e aberturas inferiores voltadas para o corredor, correspondendo a uma área menor que àquela observada nos modelos com peitoril ortogonal e inclinado, figuras 7a, 10a e 13a.

Comparando-se as três tipologias avaliadas, observa-se a influência do formato do peitoril ventilado na captação do fluxo de ar para o interior do ambiente. O peitoril ortogonal, embora demonstrando importante incremento na velocidade e distribuição do fluxo de ar em relação ao modelo desprovido do dispositivo, oferece uma maior resistência à passagem do ar devido ao seu formato. O peitoril inclinado proporciona uma captação mais eficiente do fluxo do ar, resultando em maiores valores da velocidade do vento e uma menor formação de zonas de turbulência. O peitoril curvo apresentou o melhor desempenho na captação do fluxo do ar e, conseqüentemente, maiores valores da velocidade do vento e uma distribuição mais uniforme do fluxo de ar.

Observou-se também a importância das aberturas de entrada e saída do ambiente no desempenho do peitoril ventilado. Pode-se constatar que o mesmo serve de fonte auxiliar de insuflamento de ar quando a janela de entrada estava totalmente aberta (janela e bandeiras) ou parcialmente (janela fechada e bandeira aberta). Quando a janela e bandeira do ambiente foram consideradas fechadas, o peitoril ventilado demonstrou ser um importante dispositivo de insuflamento do fluxo de ar para o interior do ambiente.

A análise do dispositivo estudado demonstra o potencial do uso do peitoril ventilado nos ambientes escolares, dentro dos parâmetros analisados. A adoção dos peitoris ventilados pode auxiliar na diminuição do uso de meios mecânicos de refrigeração, tais como ventiladores, ao proporcionar o incremento da ventilação natural no interior dos ambientes. Tal fato pode contribuir ainda, para o menor dispêndio com energia, favorecendo a utilização dos poucos recursos em outras áreas.

## 5 REFERÊNCIAS

FANGER, P.O. Airflow characteristics of occupied zone of ventilated space. **ASHRAE Transactions**. v.93, part 1. New York, ASHRAE, 1987.

BITTENCOURT, L. **Ventilation as a cooling resource for warm humid climates: An investigation on perforated block wall geometry to improve ventilation inside low-rise buildings**. Tese (Doutorado em Environment and Energy Studies). Architectural Association Graduate School, Londres, 1993.

BITTENCOURT, L.; CÂNDIDO, C. **Introdução à Ventilação Natural**. EDUFAL: Maceió, 2005.

GONÇALVES, J.; DUARTE, D. Como melhorar a eficiência energética nos edifícios. **Projeto/Design**. [www.arcoweb.com.br](http://www.arcoweb.com.br), 2001.

KOENIGSBERGER, O.; INGERSOL, T. G.; MAYHEW A.; SZOKOLAY, S. V. **Manual of Tropical Housing and Building. Part I: Climatic Design.**, London: Longman, 1974.

SAYEGH, S. Força domada: quilowatts de economia. **Tèchne**. São Paulo, n. 53, ago. 2001.

## 6 AGRADECIMENTOS

Os autores gostariam de agradecer ao CNPq Capes pela concessão da bolsa à aluna e a FAPEAL e ELETROBRÁS pelo auxílio na aquisição do *software* e equipamentos utilizados no desenvolvimento deste trabalho.