



## ESTUDO DO DESEMPENHO DO PEITORIL VENTILADO PARA AUMENTAR A VENTILAÇÃO NATURAL EM ESCOLAS

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

(1) Bolsista PIBIC/CNPq Curso de Arquitetura e Urbanismo, E-mail: [thalianne@ctec.ufal.br](mailto:thalianne@ctec.ufal.br),  
(2) Prof. Adjunto do Depto. de Arquitetura e Urbanismo/CTEC/UFAL, E-mail:  
[lsb@ctec.ufal.br](mailto:lsb@ctec.ufal.br), (3) Bolsista CAPES, Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado,  
DEHA/UFAL, E-mail: [christhina@ctec.ufal.br](mailto:christhina@ctec.ufal.br) (1) (2) (3) Universidade Federal de Alagoas,  
Depto. de Arquitetura e Urbanismo/CTEC, Campus A C Simões, Tabuleiro do Martins,  
Maceió-AL, CEP 57072-970, Fone: 214 1268

### RESUMO

A crise de energia deflagrada em 2001 no Brasil revelou o nível de desperdício energético do país. A necessidade de ampliar-se a eficiência energética em diversos setores da economia brasileira saiu do discurso governamental, atingindo a população em geral. Diante das consequências dessa crise, a discussão sobre o desperdício energético das construções foi intensificada. 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. Pretende verificar o desempenho quantitativo e qualitativo desse componente em relação à ventilação natural. 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.

### ABSTRACT

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. Facing the consequence of the crises, the discussion on the energy waste has been intensified. 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 conditioning and artificial lighting systems. To take advantage of regional conditions, adapting buildings to the climate, the performance of architectural components, such as the "ventilate sill", needs further investigations. This paper examines the use of a "ventilate sill", a buildings component able to improve natural ventilation in classrooms. It intends to evaluate the quantitative and qualitative influence of the component in the airflow inside the studied classrooms.

### 1. INTRODUÇÃO

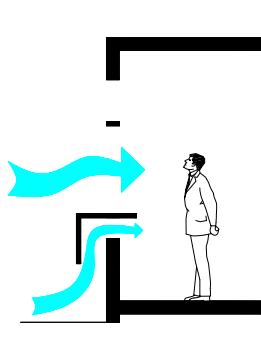
O bom desenvolvimento das atividades humanas depende, em grande parte, da utilização de energia elétrica. Após a recente crise de energia ocorrida em nosso país, a discussão sobre a eficiência

energética das construções foi ampliada, saindo do âmbito governamental e influenciando novos estudos na área do conforto ambiental. A busca por edifícios com maior racionalização de energia começou a fazer parte do discurso de muitos profissionais da construção civil.

De acordo com LAMBERTS et al (1998), eficiência energética é a obtenção de um serviço com baixo dispêndio de energia. Sendo um edifício considerado mais eficiente do ponto de vista energético quando proporciona condições de conforto com menor consumo de energia. Segundo dados do PROCEL (2003), cerca de 20% do total da energia produzida no país é destinada aos setores residencial, comercial e público. Grande parte desse consumo é bastante influenciada pela arquitetura do edifício, tendo em vista que a destinação final da energia é, em sua maioria, para a refrigeração e iluminação artificiais dos ambientes internos.

Em regiões de clima quente e úmido, como é o caso de Maceió, a temperatura do ar raramente ultrapassa a do corpo, tendo pequenas variações diárias e sazonais e o nível de umidade relativa do ar é bastante alto (GOULART *et al.*, 1997). Neste tipo de clima, as edificações devem evitar os ganhos de calor externo enquanto dissipam aquele produzido no seu interior. Nestas condições, a ventilação natural, associada à proteção solar, constitui-se na ferramenta mais eficiente para se obter conforto ambiental por meios passivos, isto é, sem a dependência de meios mecânicos de refrigeração e iluminação e com maior eficiência energética (ALLUCI, 1988; OLYGAY, 1998).

Apesar de dispor de condições climáticas favoráveis à obtenção de conforto térmico e lumínico por meios passivos, muitas edificações não apresentam essas características em seus projetos. Entre esses casos encontram-se os edifícios escolares. Caracterizadas por reduzidos orçamentos, essas edificações poderiam incrementar o conforto térmico dos seus usuários, com menor dispêndio de energia, ao adotar meios passivos de climatização. Os recursos oriundos da economia de energia podem ser destinados para outras finalidades, como equipamentos e materiais escolares, por exemplo. Esta pesquisa investiga a eficácia da ventilação natural obtida através da utilização de peitoris ventilados em salas de aula, tendo em vista o conforto térmico dos usuários e a diminuição dos gastos com energia elétrica. Busca-se conhecer o desempenho qualitativo e quantitativo, quanto à ventilação natural, desses componentes arquitetônicos, já utilizados em algumas construções nordestinas, mas com poucas avaliações específicas.



**Figura 1 - Desenho esquemático do peitoril ventilado.**

Desenvolvida pelo GECA-UFAL – *Grupo de Estudos em Conforto Ambiental da Universidade Federal de Alagoas*, essa investigação está inserida num amplo conjunto de pesquisas que procura estabelecer padrões arquitetônicos mais adequados para edificações escolares construídas no clima quente e úmido do nordeste brasileiro.

## **2. OBJETIVOS**

### **Objetivo Geral:**

Investigar a eficácia da ventilação natural obtida pela adoção de peitoris ventilados em edificações escolares, buscando-se o conhecimento quantitativo e qualitativo do impacto deste recurso, tendo em vista o aumento do conforto térmico e a diminuição do consumo de energia elétrica nestes ambientes.

### **Objetivos Específicos:**

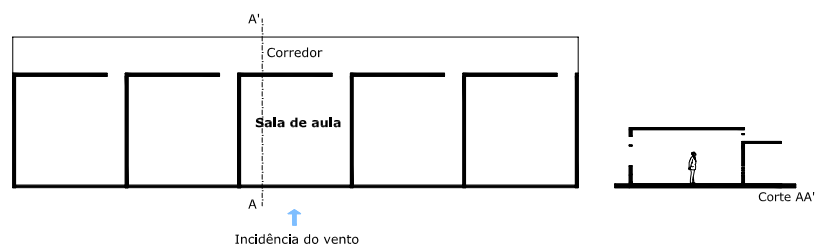
- Analisar o impacto da implantação de peitoris ventilados utilizados para intensificar a distribuição do fluxo de ar no interior de salas de aula somada às aberturas convencionais (janelas e bandeiras) no conforto ambiental dos usuários;
- Proporcionar o conforto ambiental e a produtividade nos espaços de sala de aula, a partir de uma maior adaptação do edifício ao meio climático;
- Auxiliar na redução do consumo de energia elétrica nos ambientes escolares.

### 3. METODOLOGIA ADOTADA

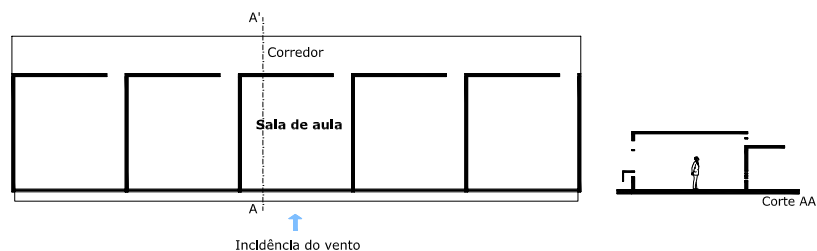
A metodologia desenvolvida nesta pesquisa está baseada na comparação do desempenho de três modelos computacionais, com o auxílio do *software* PHOENICS 3.4. Este programa, que se baseia na Dinâmica dos Fluidos Computadorizada (CFD), entre outros, surgiram como ferramenta alternativa aos tradicionais túneis de vento. A técnica da Dinâmica dos Fluidos Computadorizada vem sendo desenvolvida e utilizada para fins de investigação do comportamento da ventilação há duas décadas e possui bom potencial para as pesquisas relacionadas a este assunto (CHOW, 2003). O programa utilizado nesta pesquisa encontra-se entre as ferramentas mais avançadas na investigação do comportamento da ventilação natural. Os resultados são demonstrados sob a forma de vetores, indicando a velocidade, sentido e direção do vento ou em manchas de cor que indicam os campos de velocidade do vento ou pressão.

Para efeito das simulações, o primeiro modelo considerado representa uma sala de aula típica medindo 6,00 x 6,00 m, com pé-direito de 3,00 m. Inicialmente, foi simulado o desempenho de uma sala com a configuração típica considerada como referência para fins de comparação com os modelos dotados de peitoril ventilado. A sala possui duas aberturas, na fachada sul, 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 (cobogós). 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), e localiza-se na fachada norte. O modelo dotado de peitoril ventilado obedece às mesmas configurações do modelo considerado de referência

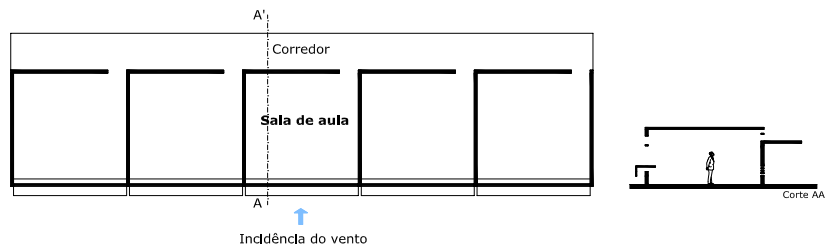
O modelo básico contém 5 salas sendo a análise dos resultados realizada na sala central. Do modelo básico foram derivados dois modelos, um modelo com peitoril ventilado de configuração comum, e o outro que possui a lâmina horizontal do peitoril ventilado avançando 0,40 m para dentro da sala. Esta configuração de peitoril ventilado possibilita direcionar o fluxo da ventilação na altura do plano de trabalho, por volta de 0,80 m. A incidência do vento é a 90°, em relação à fachada que contém as janelas.



**Figura 2 - Desenho esquemático da planta e corte do modelo com configuração típica.**



**Figura 3 - Desenho esquemático da planta e corte do modelo com peitoril ventilado com configuração típica.**



**Figura 4 - Desenho esquemático da planta e corte do modelo com peitoril ventilado estendido.**

A análise dos resultados é feita com base na comparação entre as tipologias simuladas. Os valores de velocidade do vento e sua distribuição dentro do espaço analisado demonstram o resultado obtido em relação à ventilação para cada modelo. Os resultados foram comparados com o fluxo de ar obtido na sala dotada de janelas e desprovida de peitoril ventilado, utilizada como modelo de referência. Os parâmetros examinados são descritos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Detalhes das aberturas de entrada e saída da ventilação**

	Modelo com configuração típica	Modelo com peitoril ventilado comum	Modelo com peitoril ventilado estendido
Aberturas de entrada			
Aberturas de saída (são as mesmas para os modelos)			

A velocidade do vento considerada na simulação foi de 4,33 m/s, sendo este valor resultante da média das velocidades do vento encontradas para os meses de Dezembro a Fevereiro (meses mais quentes do ano) no período de 6 às 24h medidos por Bittencourt (1993). A partir da média dos meses de verão foi calculada a velocidade do vento ( $V$ ) na altura das aberturas 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 ar (m/s), considerada a altura das aberturas ( $z$ ) e os coeficientes de acordo com a rugosidade do terreno no entorno ( $k$  e  $a$ ). Os valores dos coeficientes para a área urbana são:  $k - 0,35$ ,  $a - 0,25$  (LIDDAMENT, 1986, apud BITTENCOURT, 1993).

A expressão que relaciona todas estas variáveis é:

$$V/V_m = k \cdot z^a \quad [\text{Eq. 01}]$$

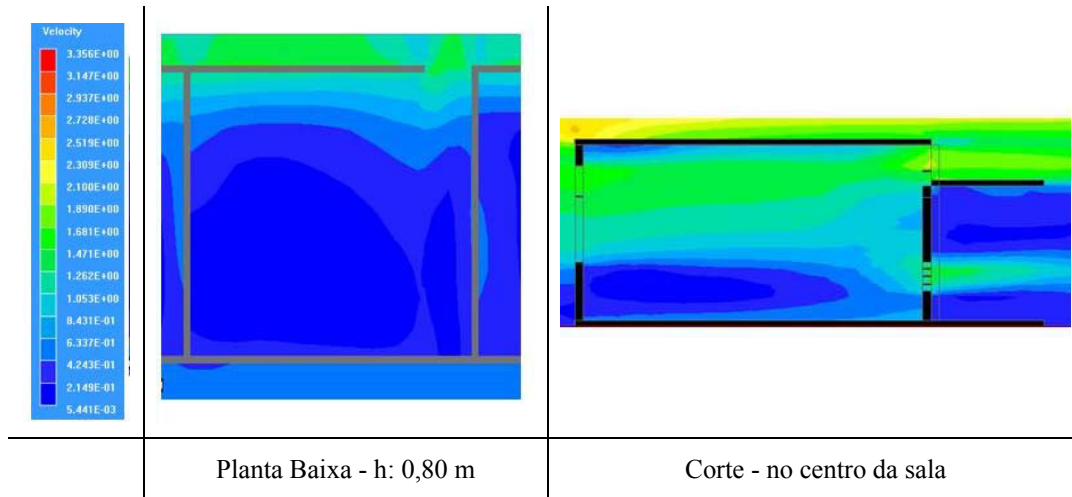
Com estes dados calculou-se o gradiente do vento que incorpora grau de rugosidade do entorno da edificação.

#### 4 RESULTADOS

No modelo sem o peitoril ventilado verificou-se uma velocidade baixa ao plano de trabalho (Tabela 2), considerado com 0,80 m de altura. Seu valor atinge a média de 0,30 m/s, insuficiente para

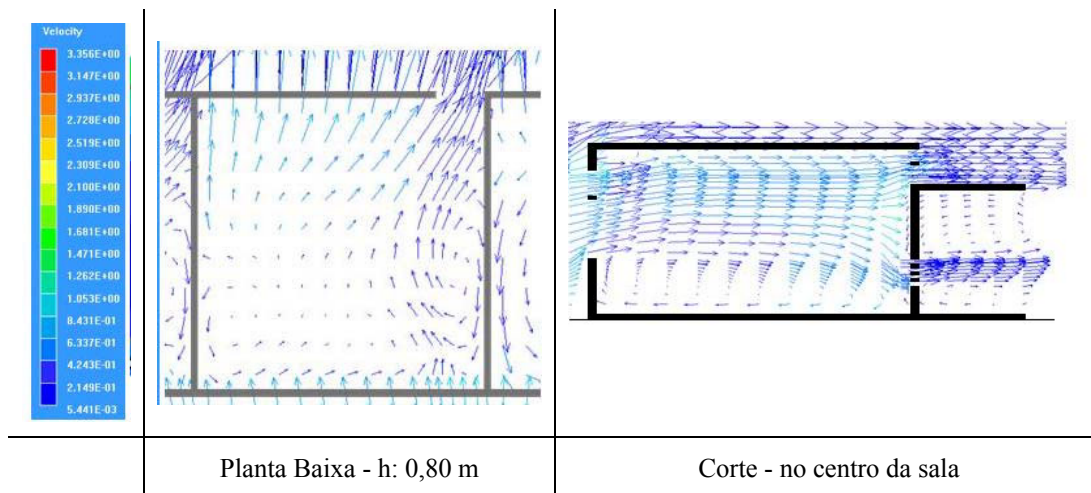
proporcionar conforto a estes ambientes. Por se tratar de uma sala de aula, as condições para a produtividade dos usuários seriam prejudicadas.

**Tabela 2 - Resultados por manchas de cor - Modelo com configuração típica**



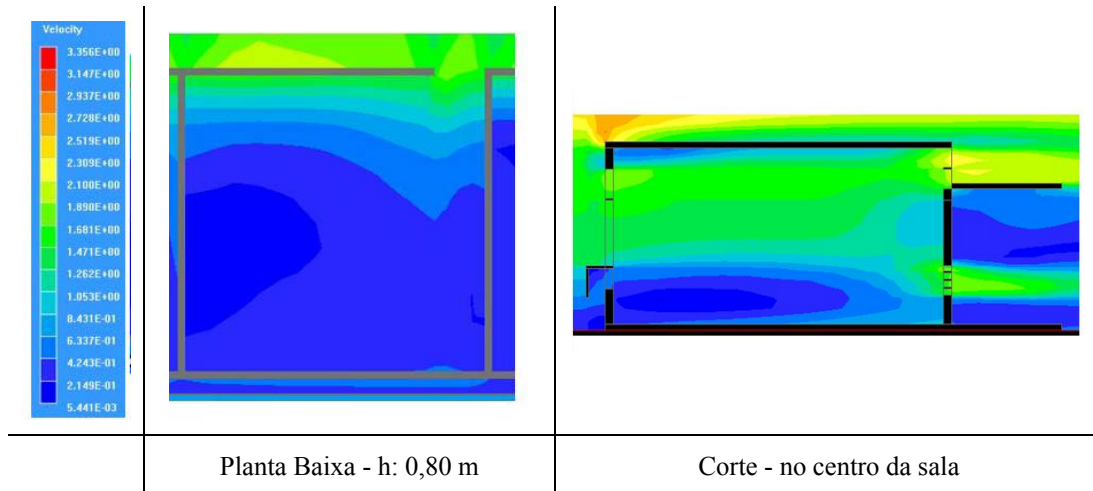
Em relação à distribuição do fluxo de ar no interior da sala de aula este se apresentou de maneira não uniforme no ambiente sem o uso do peitoril ventilado, tabela 3. Constatou-se a formação de zonas de vórtices em aproximadamente 50% do ambiente o que pode contribuir para uma concentração de ar quente. O fluxo de vento intenso verificado nas aberturas de saída, próximo à porta, é devido ao acréscimo na aceleração do fluxo ao diminuir a seção da área de passagem.

**Tabela 3 - Resultados por vetores - Modelo com configuração típica**



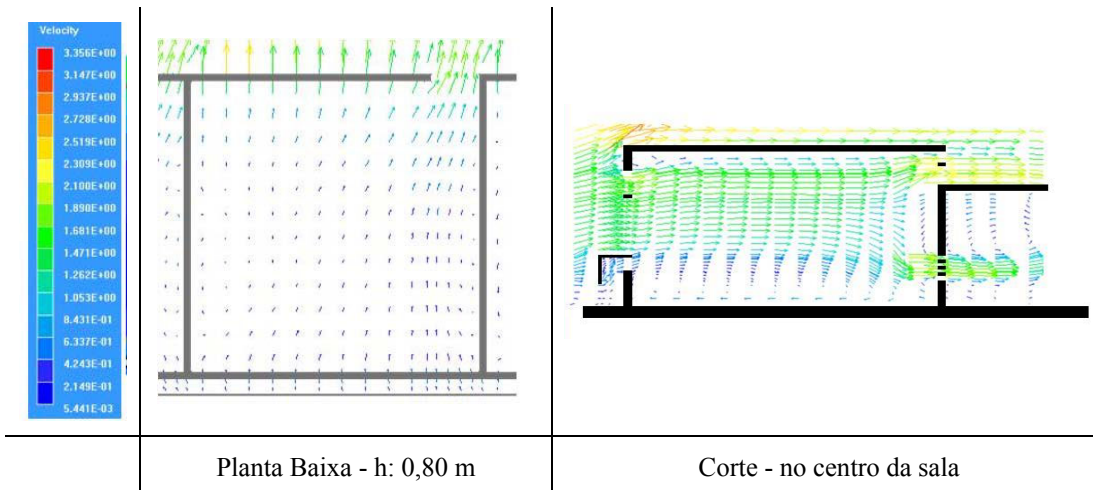
Os resultados do modelo com peitoril ventilado de configuração comum apresentam como média de velocidade do vento o valor de 0,50 m/s ao longo da sala analisada. A comparação entre o modelo tido como referencial (Tabela 2) permite verificar nesta configuração, um incremento da ordem de 60% no valor da velocidade do vento. Porém a presença de baixas velocidades na altura do plano de trabalho pode ocasionar apenas um pequeno aumento da sensação de conforto dos usuários com a adoção deste tipo de peitoril ventilado.

**Tabela 4 - Resultados por manchas de cor - Modelo com Peitoril Ventilado de configuração comum.**



Constatou-se que, com a inserção do peitoril ventilado de configuração comum, houve uma diminuição das zonas de vórtices no ambiente. Este fato é devido ao fluxo de ar insuflado pelas aberturas do peitoril, o que permitiu uma distribuição mais uniforme no ambiente. Entretanto, percebe-se a tendência do fluxo de ar subir levemente em direção ao teto do ambiente. Tal comportamento do fluxo de ar pode dificultar o resfriamento por convecção dos usuários do ambiente, visto que estes se encontram sentados durante a execução de suas atividades. Desta forma, mesmo com o incremento da velocidade do vento, o fluxo de ar pode não contribuir para o conforto térmico dos discentes ao passar a uma altura maior que a desejada. A grande concentração dos vetores na lateral direita (corte) indica a passagem pelas aberturas de saída.

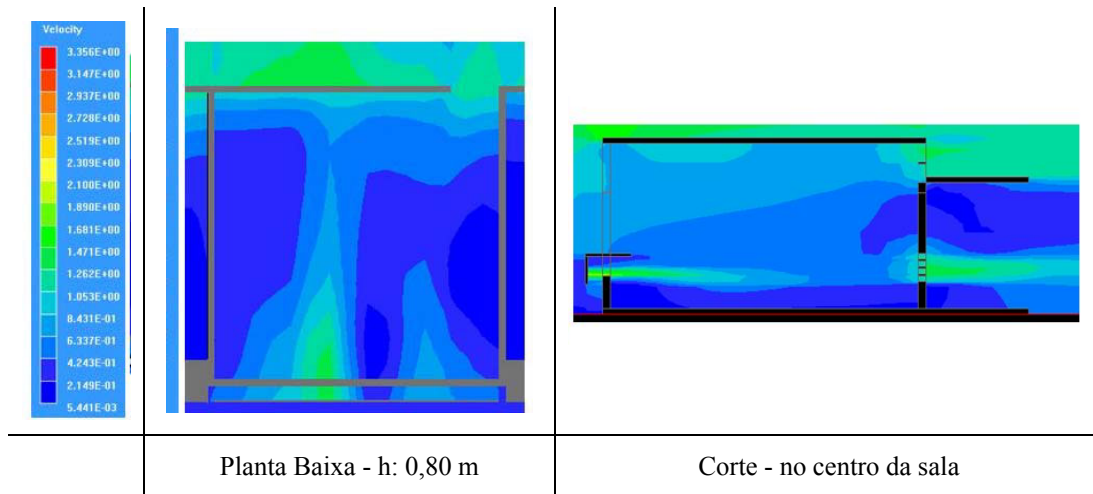
**Tabela 5 - Resultados por vetores - Modelo com Peitoril Ventilado de configuração comum.**



Analisando o desempenho do modelo com a introdução do peitoril ventilado estendido (Tabela 6) verificou-se a média de velocidade em torno de 0,62 m/s. Em comparação com o modelo sem peitoril ventilado (Tabela 2) verifica-se um acréscimo de aproximadamente 50% na velocidade do vento. Observa-se uma grande aceleração do fluxo de ar próximo à porta devido à localização das aberturas de saída do vento. Na altura do plano de trabalho a velocidade fica em torno de 0,96 m/s, um incremento de 50% na velocidade do vento em relação ao modelo com peitoril comum. Este fato se

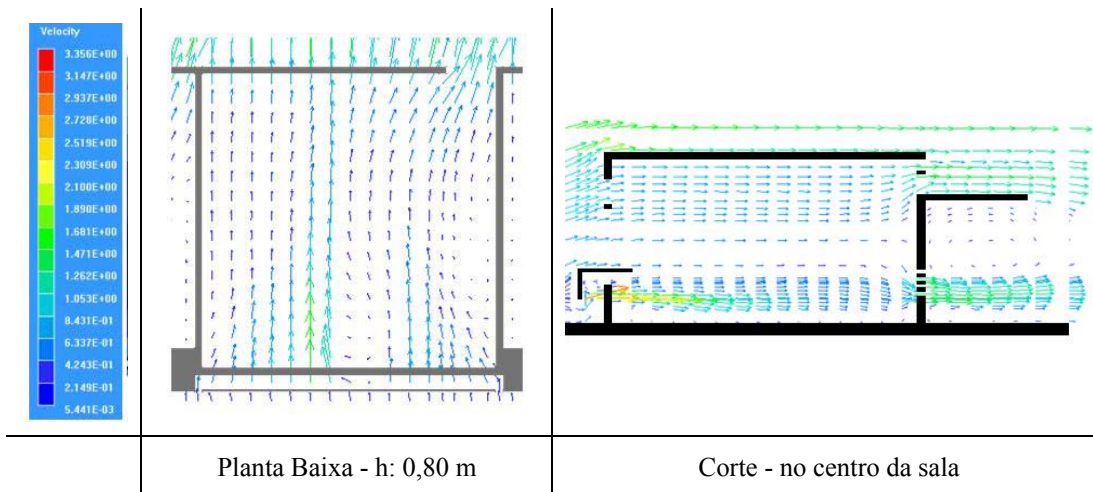
deve ao prolongamento da lâmina horizontal existente acima da abertura do peitoril, o que permitiu um maior direcionamento do fluxo de ar na altura do plano de trabalho (ver corte na tabela 6).

**Tabela 6 - Resultados por manchas de cor - Modelo com Peitoril Ventilado estendido.**



A distribuição do fluxo de vento no modelo com peitoril ventilado estendido (Tabela 7) apresenta-se constante em toda a sala. Zonas de turbulência, na qual a renovação do ar torna-se prejudicada, ocorrem apenas em uma pequena faixa na lateral direita, próxima à porta. A grande concentração de vetores verificada ao plano de trabalho dos usuários (em torno de 0,80 m) pode auxiliar no melhor desempenho de suas atividades, ao estar em maior contato com a pele e, portanto, proporcionar mais trocas térmicas entre esta e o ar.

**Tabela 7 - Resultados por vetores - Modelo com Peitoril Ventilado estendido.**



## 5 CONCLUSÕES

A análise das configurações estudadas demonstra o potencial do uso do peitoril ventilado nos ambientes estudados, dentro dos parâmetros analisados. O prolongamento da lâmina horizontal do modelo com peitoril ventilado estendido, em comparação com o peitoril ventilado de configuração comum, apresenta melhores condições de ventilação natural ao nível de trabalho dos estudantes sentados (0,80 m). Esta variação do peitoril ventilado induziu a ventilação natural a manter-se no

plano de trabalho, diferentemente do peitoril ventilado de configuração comum, onde a ventilação tende a subir, utilizando a lâmina superior como saída.

O conforto Ambiental busca soluções satisfatórias ao desempenho das edificações. As diversas soluções para incrementar a ventilação natural proporcionam melhores níveis de ventilação natural nos espaços internos. A adoção do dispositivo de ventilação, peitoril ventilado demonstrou potencial para acrescentar aos usuários destes espaços uma maior qualidade e produtividade em suas atividades, contribuindo para um uso mais eficiente da energia nestes ambientes dotados de poucos recursos financeiros do nordeste brasileiro.

## **6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ALLUCCI, M. (1998) “Critérios Relativos ao Atendimento das Exigências de Ventilação na Habitação”. In: Tecnologia da Construção, IPT/Divisão de Construção. São Paulo: IPT/Pini Ed.

ARENS, E. A., BLYHOLDER, A. G. and SCHILLER, G. E. (1984). “Predicting Thermal Comfort of People in Naturally Ventilated Buildings”. In: ASHRAE Transactions; vol. 90; n°. 1B; pp 272-284. Atlanta: ASHRAE.

BITTENCOURT, L. (1993). “Ventilation as a Cooling Resource for Warm Humid Climates: An Investigation on the Influence of Geometric Aspects of Perforated Block Walls to Improve Ventilation Inside Low- Rise Buildings”. Londres, 314 9. PhD Thesis for the Environment and Energy Studies. Programme Architectural Association Graduate School.

CHOW, W.K. (2003). “Wind-induced indoor-air flow in a high-rise building adjacent to a vertical wall, in Applied Energy”. Elsevier Science.

GOULART, S. LAMBERTS, R., FIRMINO, F. (1997). “Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras”. Florianópolis: NPC/UFSC.

LAMBERTS, Roberto, DUTRA, Luciano e PEREIRA, Fernando O. R. (1997). “Eficiência Energética na Arquitetura”. São Paulo: PW.

OLYGAY, Victor (1998). “Arquitectura y Clima. Manual de diseño Bioclimático para Arquitectos y Urbanistas”. Editora Gustavo Gili. Barcelona.

PROCEL (2001). “O que você pode fazer. Informativo Eletrobrás do PROCEL”. Rio de Janeiro, n.56, maio.