



## **AVALIAÇÃO DO USO DE PEITORIL VENTILADO PARA MELHORAR A VENTILAÇÃO NATURAL EM EDIFICAÇÕES: ESTUDO DE CASO EM NÚCLEO DE PESQUISA MULTIDISCIPLINAR EM MACEIÓ/AL**

**Christhina Cândido (1); Simone Torres (2); Leonardo S. Bittencourt (3)**

- (1) Bolsista CAPES, Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado - E-mail: [christhina@ctec.ufal.br](mailto:christhina@ctec.ufal.br) ;  
(2) Bolsista FAPEAL, Mestrado em Dinâmicas do Espaço Habitado - E-mail: [stc@ctec.ufal.br](mailto:stc@ctec.ufal.br) ,  
(3) Prof. Adjunto do Depto. de Arquitetura e Urbanismo- Email: [lsb@ctec.ufal.br](mailto:lsb@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, Fones: 214 1283

### **RESUMO (12 PTS NEGRITO)**

O presente trabalho apresenta a análise do uso de peitoris ventilados em um edifício de pesquisas multidisciplinar em Maceió/AL, onde a variável climática, somada às preocupações relacionadas ao conforto ambiental e eficiência energética, foi incorporada no processo projetual. Nesse edifício, foram adotados artifícios arquitetônicos, tais como captadores de vento, brises, beirais, prateleiras de luz e peitoris ventilados, como forma de otimizar a ventilação e iluminação natural dos ambientes e minimizar a dependência de meios mecânicos de refrigeração e iluminação. A análise aqui apresentada apresenta o impacto quantitativo dos *peitoris ventilados* na ventilação natural ambientes de trabalho. As medições foram realizadas *in loco* com o auxílio de anemômetros, registrando os valores da velocidade do vento externo e interno. Os resultados demonstram o potencial de utilização dos peitoris ventilados para incrementar o direcionamento do fluxo de ar na altura dos usuários sentados.

### **ABSTRACT**

This paper presents an investigation in a research building in Maceio, where the climatic conditions and thermal comfort requirements associated with the need for energy efficiency were incorporated to the building design process. Architectural devices were used to improve daylighting and passive cooling performance, such as wind catchers, louvers, light shelves, wide overhangs and “*ventilated sill*”. The paper intends to assess the impact of the *ventilated sill* regarding the use of natural ventilation in this building. Anemometers were used to measure wind velocity inside and outside the building. Results show a strong potential of *ventilated sill* to improve passive cooling in buildings in warm and humid climates.

## 1. INTRODUÇÃO

Em 2001, o Brasil enfrentou uma crise de energia sem precedentes em sua história. Por sua condição geográfica, o aproveitamento do potencial hídrico existente para a geração de energia elétrica no país se configurou como a melhor opção por diversos anos.

Com ausência de investimentos na matriz energética brasileira, ainda fortemente baseada em hidrelétricas e com um planejamento no setor fragmentado e insipiente, a tendência, é que o problema se repita em alguns anos. Dados da ABDIB (Associação Brasileira da Infra-Estrutura e Indústrias de Base) de 2003 estimam que o Brasil tenha que investir cerca de US\$ 82 bilhões até 2020 em geração e distribuição de energia elétrica, para evitar a necessidade de racionamentos e afastar a possibilidade de uma nova crise. A demanda de investimentos públicos no setor energético se por um lado favorece o crescimento econômico, por outro, retira importantes recursos para a população, que poderiam ser destinados para a melhoria da saúde e educação públicas.

No Nordeste brasileiro a situação é ainda mais preocupante. Bastante dependente das condições climáticas, principalmente dos regimes de chuvas, os níveis dos reservatórios das usinas chegaram a apenas 6% da sua capacidade na época do “apagão” (DIAS et al, 2003). A dependência de fatores meteorológicos, em muitos casos, dificulta a capacidade de planejamento econômico e compromete a captação de investimentos privados para a região.

Associada à política de investimentos, a conscientização dos consumidores é um fator de grande importância para a superação do atual quadro brasileiro. Nesse contexto, a conscientização dos profissionais de diversas áreas se configura como base importante. Na área da Arquitetura, muitas tipologias construtivas passaram a ser fortemente criticadas na época da crise, mas, infelizmente, os profissionais não incorporaram esse item à sua agenda de trabalho.

Segundo GOULART (1997), em regiões tropicais, como é o caso do Maceió/AL, a temperatura do ar raramente ultrapassa a temperatura do corpo e o índice de umidade relativa do ar é bastante alto. 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 (BAKER, 1987); (GRATIA et al, 2004), e a zona de conforto está intrinsecamente relacionada com a velocidade do vento (FANGER, 1974).

No caso de edificações de permanência diurna, como edifícios de pesquisa, escolas, escritórios, as tipologias arquitetônicas deveriam favorecer o aproveitamento da iluminação natural e dos ventos regionais, minimizando os gastos com energia. Outro fator de importância relaciona-se aos custos operacionais desses ambientes, pois no caso dos edifícios públicos, a disponibilidade de recursos financeiros é reduzida. O projeto se por um lado deve atender as condições de conforto térmico e lumínico, por outro pode contribuir para minimizar os gastos excessivos com energia elétrica.

Este trabalho pretende analisar a utilização de um dispositivo arquitetônico, chamado de *peitoril ventilado*, no edifício do Núcleo de Pesquisas Multidisciplinar da UFAL, em Maceió/Al (figura 1 e 2). O *peitoril ventilado*, proposto pelo arquiteto Glauco Campelo e descrito por Holanda (1976), tem sido usado com bons resultados em alguns edifícios nordestinos. Trata-se de um dispositivo, geralmente executado em concreto, em formato de “L” invertido, sobreposto a uma abertura localizada no peitoril abaixo das janelas, que tem por finalidade atuar como fonte complementar do movimento de ar proporcionado pelas esquadrias. Essa abertura apresenta-se protegida das chuvas pelos planos verticais e horizontais do “L”, de maneira a permitir a passagem dos ventos sem que haja a penetração de chuvas nem de radiação solar direta. Sua reduzida dimensão permite ainda que sejam mantidos abertos durante à noite, permitido a utilização de ventilação noturna sem comprometer a segurança do ambiente, figura 3. Tal dispositivo pode ser de uso interessante para ambientes de trabalho, pois direciona o fluxo de ar para a altura das pessoas sentadas. Associado às esquadrias móveis, como é o caso do projeto em questão, pode ter seu funcionamento controlado pelos usuários.

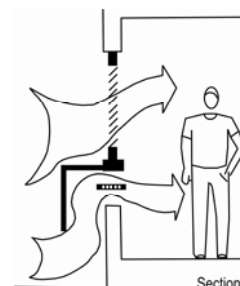
No edifício estudado, as preocupações relacionadas ao conforto ambiental e eficiência energética, foram incorporadas no processo projetual. Foram adotados dispositivos arquitetônicos, tais como captadores de vento, brises, beirais, prateleiras de luz e peitoris ventilados, como forma de otimizar a ventilação e iluminação natural dos ambientes e minimizar a dependência de meios mecânicos de refrigeração e iluminação. A análise aqui apresentada visa investigar o impacto dos peitoris ventilados na ventilação natural ambientes de trabalho desse edifício.



(1)



(2)



**Figuras 1 e 2** – Núcleo de Pesquisa Multidisciplinar da Universidade Federal de Alagoas, Maceió/AL. Projeto: Arqto. Leonardo Bittencourt

**Figura 3** – Peitoril ventilado

(1) Fachada leste; (2) Fachada oeste

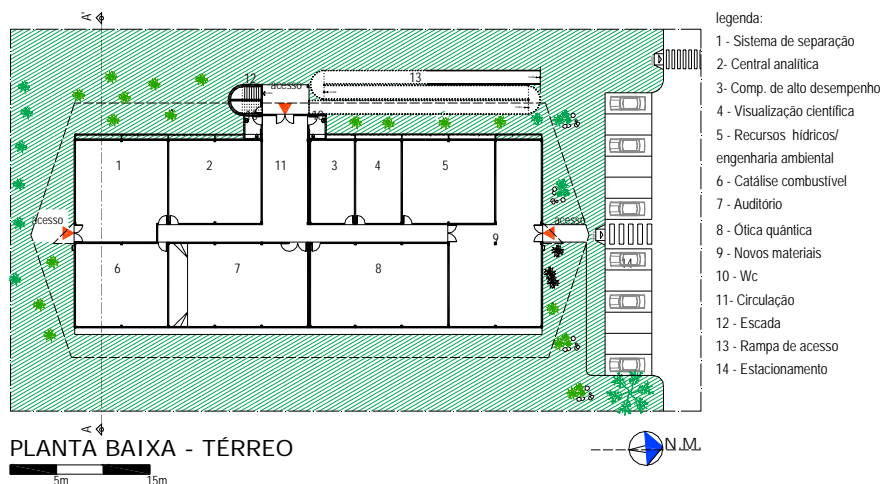
Foto: Pedriane Dantas, 2004.

## 2. OBJETIVOS

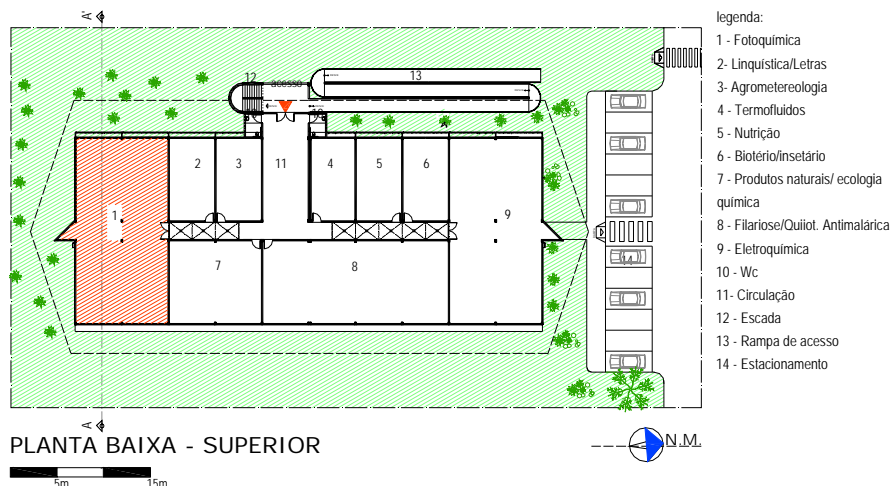
Esse trabalho pretende investigar o impacto, em relação à ventilação natural, da adoção de peitoris ventilados no Núcleo de Pesquisa Multidisciplinar da UFAL, tendo em vista o aumento do conforto térmico e a diminuição do consumo de energia elétrica nestes ambientes.

## 3. METODOLOGIA

O presente trabalho está baseado numa análise comparativa de diferentes condições de utilização do peitoril ventilado em um mesmo ambiente de trabalho do edifício. A sala escolhida para a análise localiza-se no pavimento superior do edifício, sendo destinada ao laboratório de fotoquímica, figuras 4 e 5. Tal escolha se deve a dois motivos. O primeiro relaciona-se a inexistência de obstruções internas no ambiente, que ocorrem no pavimento térreo. O segundo relaciona-se à posição da sala e ao campo de pressões distribuído no edifício, onde as salas das laterais apresentariam menor diferença de pressão entre as fachadas localizadas a barlavento e a sotavento, em comparação às salas localizadas na porção central desse edifício, onde a pressão positiva seria de maior intensidade. A sala escolhida, portanto, apresenta-se menor potencial de circulação dos ventos devido à menor diferença de pressão entre as duas fachadas.

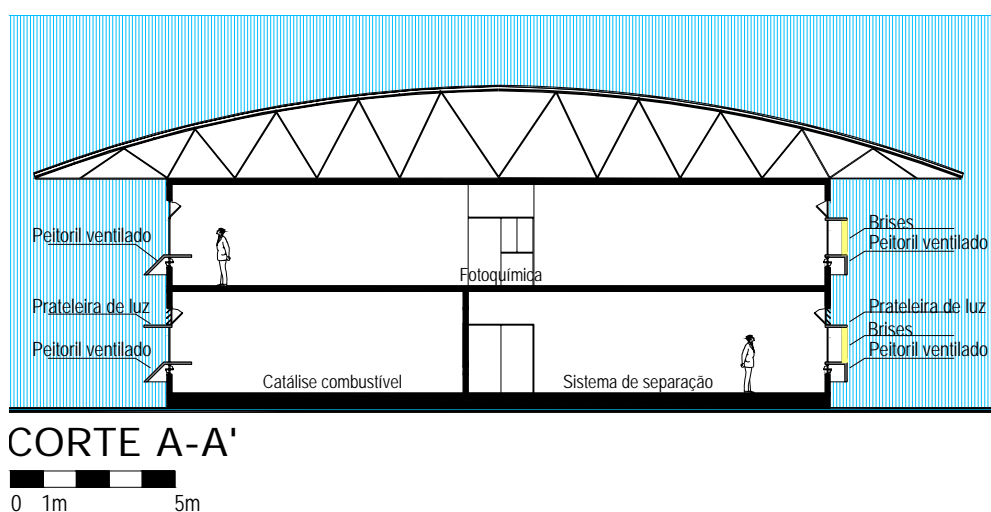


**Figura 4** – Planta baixa pavimento térreo edifício de pesquisa multidisciplinar.



**Figura 5** – Planta baixa pavimento superior do edifício de pesquisa multidisciplinar. A sala escolhida para análise é a n<sup>o</sup> 1 destinada a pesquisas relacionadas à fotoquímica.

A sala de análise possui 9,85 x 20,00m e pé-direito de 3,10m. As janelas das fachadas leste e oeste são do tipo de correr e medem 9,85 x 1,10 x 0,95m, com bandeiras de 0,56m e aberturas inferiores de 0,30m de altura correspondentes ao peitoril ventilado, ao longo de toda a parede, figura 5. As bandeiras são dotadas de janelas tipo basculante e, no peitoril ventilado, foram adotadas janelas pivotantes horizontais, figuras 8a e 8b.



**Figura 5 – Corte A-A'**

Foram realizadas medições da velocidade do vento, tanto externas como internas, por meio de anemômetros (Davis LCA 6000). Para a realização das medições foram definidos três pontos: um ponto externo e os pontos A e B, no interior da sala, figuras 6 e 7. Os pontos A e B estão localizados próximos às aberturas da fachada leste do edifício, pois os ventos dominantes da região são provenientes do quadrante leste.

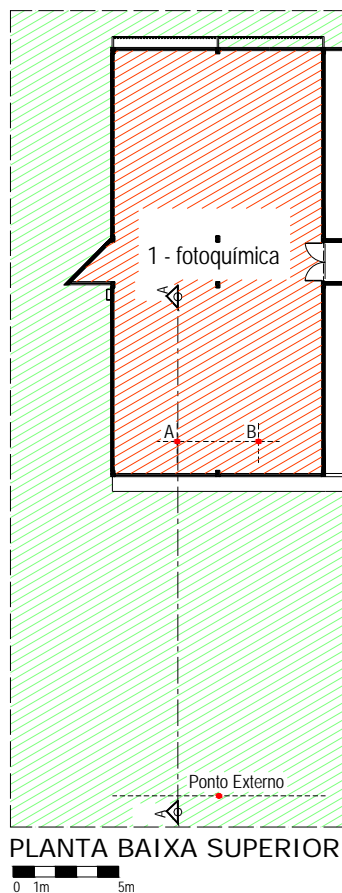
No ponto externo, localizado a 15 m da fachada, foram locados dois pesquisadores, um responsável pelo monitoramento do equipamento para o registro da velocidade do vento externo e o outro responsável pela comunicação direta com os pesquisadores locados no interior do ambiente estudado.

Os pontos A e B foram considerados num plano horizontal de 0,75m. O ponto A refere-se à medição no trecho onde a esquadria do peitoril permaneceu completamente aberta (90°) e o ponto B, onde a esquadria foi inclinada para cima (45°), figuras 8a e 8b. Para a medição nesses dois pontos foram, foram locados três pesquisadores. Dois dos pesquisadores foram responsáveis pelo monitoramento dos anemômetros localizados nos dois pontos internos (ponto A e ponto B). Um outro pesquisador foi responsável pelo registro dos dados coletados no interior da sala estudada.

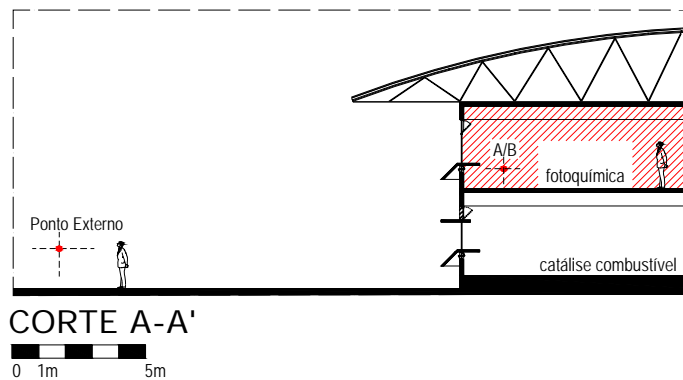
A sala foi investigada com três combinações de aberturas de entrada (tabela 1), sendo as janelas de saída consideradas sempre abertas, pois estas estão fora do escopo desse trabalho.

**Tabela 1 – Condições de análise do ambiente**

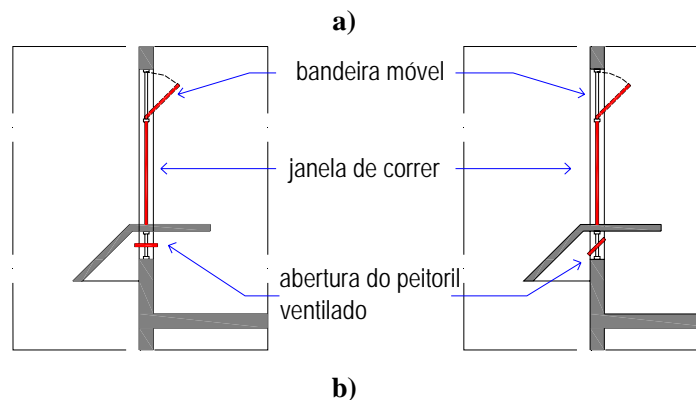
Condições Analisadas	Descrição
<b>Condição 1</b>	Janela aberta e peitoril fechado
<b>Condição 2</b>	Janela aberta e peitoril aberto
<b>Condição 3</b>	Janela fechada e peitoril aberto



**Figura 6** – Planta baixa modelo de análise: pontos de medição da velocidade do vento.



**Figura 7** – Corte AA' modelo de análise: pontos de medição da velocidade do vento.



**Figura 8a e 8b** – Detalhe da esquadria adotada no peitoril ventilado em relação ao direcionamento do fluxo de ar quando esta se encontra completamente aberta (90°), **8a** ou inclinada (45°), **8b**.

As medições foram iniciadas quando as seguintes condições foram constatadas: registro da velocidade do vento externo igual a 1,5m/s e identificação da direção do vento no quadrante leste. Desta forma foi possível estimar o tempo aproximado de chegada da rajada de vento no interior da sala estudada. Foram registradas seqüências ininterruptas de medições, a cada cinco segundos (tempo referente ao resultado fornecido pelo instrumento utilizado) da velocidade do ar, no ponto externo ao edifício e nos dois pontos do interior da sala. Nesta seqüência, foram totalizadas 52 medições de velocidade do ar nos três pontos especificados, para cada combinação de abertura de entrada estudada.

## 4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 4.1 Resultado Comparativo entre as Condições 1 e 2 com Janela Principal Aberta

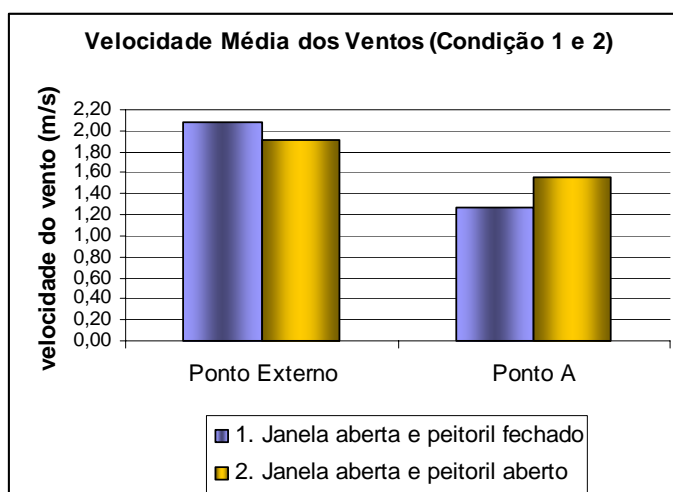
Avaliando as condições estudadas, os valores médios de velocidade do vento no interior da sala estudada, obtidos através do trabalho de campo, são considerados satisfatórios em relação ao aspecto de incremento da ventilação natural através do aproveitamento do vento externo. Os dados registrados nas condições onde a janela principal da sala foi considerada aberta corresponderam a valores equivalentes a mais de 50% de aproveitamento em relação à velocidade do vento externo (tabela 1).

Na condição caracterizada pela ausência de funcionamento do peitoril ventilado - condição 1 (janela aberta e esquadria do peitoril fechada), a velocidade média no ponto interno A, correspondeu a 61,05% da velocidade no meio externo.

Comparando esta última condição com a situação caracterizada pela utilização do peitoril com esquadria aberta, em condições normais de uso da sala, ou seja, com a janela principal também aberta (condição 2), percebe-se que a velocidade do vento no interior da sala sofre menor redução em relação ao vento externo. A velocidade média no ponto A, com o dispositivo aberto é equivalente a 81,67% da velocidade externa do vento (figura 10).

**Tabela 2:** Resultados da velocidade média dos ventos, nas condições avaliadas com janela principal aberta.

Condições Analisadas	Velocidade média do vento (m/s)	
	Ponto Externo	Ponto A
1. Janela aberta e peitoril fechado	2,08	1,27
2. Janela aberta e peitoril aberto	1,91	1,56



**Figura 10:** Gráfico do resultado comparativo dos valores médios da velocidade do vento a partir condições analisadas com janela principal aberta.

Estes resultados apontam para a potencialidade do dispositivo avaliado, no que se refere a incrementar a velocidade do vento no espaço investigado. A diferença de aproveitamento da velocidade externa do vento correspondeu a um valor superior a 20%, com o funcionamento do peitoril ventilado, mesmo com a janela de correr aberta.

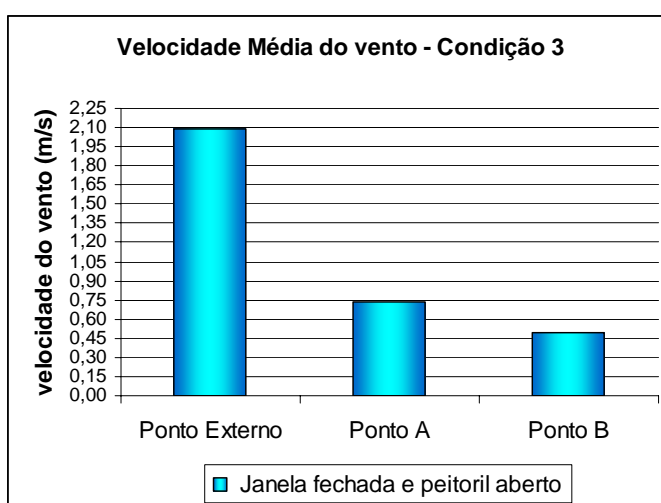
#### 4.2 Resultado da Condição com Janela Principal Fechada

Os valores médios de velocidade do vento obtidos a partir da avaliação da condição 3 (janela fechada e peitoril aberto), indicam que no ponto A, a velocidade do ar apresenta um valor superior ao ponto B. Este fato confirma a influência da inclinação da esquadria de fechamento utilizado no peitoril na definição da

velocidade interna do vento (tabela 3). A possibilidade de controlar o grau de abertura dessa esquadria constitui-se em opção interessante no período de inverno, como forma de controlar eventuais correntes de ar frio na altura dos usuários do ambiente.

**Tabela 3:** Resultados da velocidade média dos ventos, nas condições avaliadas com janela principal fechada.

Condição Analisada	Velocidade média do vento (m/s)		
	Ponto Externo	Ponto A	Ponto B
<b>3. Janela fechada e peitoril aberto</b>	<b>2,09</b>	<b>0,74</b>	<b>0,49</b>



**Figura 11:** Gráfico do resultado comparativo entre o desempenho da ventilação natural no ponto A (inclinação da esquadria do peitoril  $-90^\circ$ ) e no ponto B (inclinação da esquadria do peitoril  $-45^\circ$ )

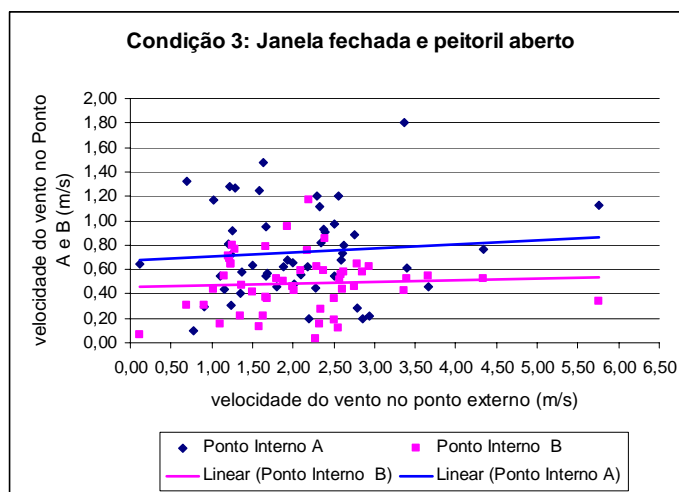
O valor da velocidade média no ponto B foi de 0,45m/s, e no ponto A esse valor eleva-se para 0,75m/s. Tal incremento pode ser importante para proporcionar condições de conforto aos usuários do ambiente em dias mais quentes, comumente registrados na região.

O resultado pode ser justificado pela diminuição na área de abertura do peitoril, diminuindo conseqüentemente o fluxo do vento no ponto B. Enquanto que no ponto A, a velocidade do vento correspondeu a 35,4% em relação à registrada no ponto externo, no ponto B, o valor da velocidade foi reduzido, correspondendo a apenas 23,4%. Portanto, a inclinação da esquadria presente no peitoril ventilado, caracterizada no ponto B por  $45^\circ$ , apresentou em termos funcionais, resultados pouco satisfatórios em relação ao efeito de minimização de perdas de velocidade do ar externo, para aproveitamento da ventilação natural. Entretanto a utilização de esquadrias reguláveis, como é o caso, pode ser importante para permitir o controle do insuflamento de ar pelo usuário quando este for necessário. Nota-se que, mesmo com a esquadria inclinada a  $45^\circ$ , ainda ocorre um insuflamento de ar podendo contribuir para a manutenção do conforto térmico dos usuários.

È interessante destacar que o desempenho da ventilação natural através do peitoril ventilado, dependerá, também, da atuação de outras variáveis representadas pela localização e configuração do ambiente assim como das aberturas de saída do ar e em grande parte pelo formato do peitoril. Esta última variável encontra-se atualmente em investigação Grupo de Estudos em Conforto Ambiental - GECA/UFAL.



Observando o gráfico abaixo onde são correlacionados os valores de velocidade do vento obtidos no ponto externo com os valores registrados nos pontos internos A e B (figura 12), verifica-se que a linha de tendência no ponto A apresenta-se superior a do ponto B.



**Figura 12:** Gráfico de regressão linear referente aos dados coletados em campo da velocidade do vento no ponto A e no ponto B na condição 3.

Os resultados apontam ainda que a utilização do peitoril ventilado como elemento para a otimização da ventilação natural nos espaços internos contribui para a manutenção do insuflamento de ar, mesmo em condições caracterizadas pelo fechamento da principal abertura de captação de vento. É possível que resultados melhores pudessem ser obtidos em ambientes com as janelas com peitoril rebaixado, o que proporcionaria uma maior área de abertura para o insuflamento do ar. Entretanto, em dias de chuva, o peitoril ventilado proporciona o insuflamento de ar sem permitir a entrada de água no ambiente (as chuvas de vento, comuns na região, são provenientes do quadrante leste). Mantendo-se a janela fechada, a velocidade do vento no ambiente correspondeu a valores acima de 30% da velocidade do vento externo no ponto A. Nesta situação, constata-se um insuflamento de ar que pode contribuir para condições mais favoráveis ao conforto térmico interno, especificamente no nível do plano de trabalho (0,75m), quando a janela principal estiver fechada.

## 5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos na investigação sugerem um bom potencial de utilização de peitoris ventilados em edifícios localizados em climas quentes e úmidos, como é o caso de Maceió-AL. A inserção do dispositivo incrementou os valores da velocidade do vento, assim como proporcionou um significativo direcionamento do fluxo de ar para a altura dos usuários sentados. Além disso, o mecanismo mostrou-se uma importante ferramenta de insuflamento do ar, mesmo quando as janelas foram consideradas fechadas, fato importante em dias de chuva, por exemplo.

O desempenho da ventilação natural através do peitoril ventilado em espaços internos dependerá, também, da atuação de outras variáveis representadas pela tipologia dos elementos arquitetônicos complementares, principalmente os relacionados com tipos de fechamentos das aberturas.

Observa-se a necessidade de investigações e estudos sobre outros formatos e tipologias desses elementos de controle da ventilação natural, para que os mesmos quando utilizados, atendam às necessidades de conforto térmico humano, promovendo uma maior eficiência energética nos ambientes construídos.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAKER, N. *Passive and Low Energy Building Design for Tropical Island Climates*. London: Commonwealth Science Council, 1987.
- BITTENCOURT, L. S. *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 p. PhD Thesis for the Environment and Energy Studies Programme, Architectural Association Graduate School, 1993.
- DIAS, B., LIMA, F., NEGRÃO, P., *Crise de energia: ela pode voltar?* Revista Lumière, pp52-58, junho de 2003.
- FANGER, P.O. Airflow characteristics of occupied zone of ventilated space. *ASHRAE Transactions*. v.93, part 1. New York, ASHRAE, 1987.
- GOULART, S. LAMBERTS, R., FIRMINO, F. *Dados climáticos para projeto e avaliação energética de edificações para 14 cidades brasileiras*. Florianópolis: NPC/UFSC, 1997.
- GRATIA, E., A. DE HERDE. *How to use natural ventilation to cool narrow office buildings*. In Building and environment, fevereiro de 2004. Disponível em [www.sciencedirect.com](http://www.sciencedirect.com)
- HOLANDA, A. *Roteiro para se construir no Nordeste*, Ed UFPE, Recife, 1997.
- KOENIGSBERGER, O., T. G. INGERSOL, A. MAYHEW, S. V. SZOKOLAY. *Manual of Tropical Housing and Building. Part I: Climatic Design*. , London: Longman, 1974.

**AGRADECIMENTOS:** Os autores agradecem à FAPEAL e a CAPES, pelas bolsas de mestrado concedidas, e à ELETROBRÁS pelo apoio financeiro na compra de equipamentos de medição utilizados nessa pesquisa.