



VI Congreso Iberoamericano de Acústica - FIA 2008
Buenos Aires, 5, 6 y 7 de noviembre de 2008

FIA2008-A108

Comportamento acústico do peitoril ventilado em edificações de clima quente úmido

Maria Lucia G. R. Oiticica^a,
Stelamaris R. Bertoli^b.

(a) Doutoranda da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP – SP, Brasil. E-mail: mloiticica@hotmail.com

(b) Profa. Dra. Da Faculdade de Engenharia Civil e Arquitetura da Universidade Estadual de Campinas-UNICAMP – SP, Brasil. E-mail: rolla@fec.unicamp.br

Abstract

During the energy crisis in the 60's decade, various discussions were raised with the aim of stimulating the insertion of thought concerning the sustainable design of buildings, as a building can be a major consumer of natural resources, particularly of electricity for air conditioning environments. Then the measures seek to reduce consumption where possible by architectural project decisions. In warm-humid regions climate, the use of *ventilated window sill* as a bioclimatic project strategy has become, within this concept, a very well project tool. The *ventilated window sill* is a device usually made by concrete, generally in "L" inverted, overlaid with a sill opening located below the window, mainly act as a supplementary movement of air source provided by openings. This study aimed to investigate the sound insulation of a wall containing *ventilated window sill*. As methodology, different settings of *ventilated window sill* were inserted in façade of flat opening building and the sound insulation performance of each element used were compared and analyzed. The results show that the use of a passive design strategy in a building could improve the sound insulation conditions within the buildings.

Resumo

Com a crise energética na década de 60, várias discussões foram levantadas com o propósito de estimular a inserção do pensamento sustentável na concepção de edificações. A edificação pode ser uma grande consumidora em especial de energia elétrica para climatização de ambientes. Nas regiões de clima quente úmido, a utilização do peitoril ventilado como estratégia de projeto bioclimático para redução do consumo, tornou-se uma ferramenta de projeto muito bem aplicada dentro deste conceito. O peitoril ventilado é um dispositivo geralmente executado em concreto, em formato geralmente em "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 aberturas. Este trabalho teve o objetivo de investigar a atenuação do ruído de fachadas contendo peitoril ventilado. Como metodologia, escolhe-se uma edificação com uma abertura fixa e inseriu-se na abertura diferentes configurações de peitoril ventilado. O desempenho de isolamento da fachada de abertura fixa foi comparado com o desempenho da fachada com as diferentes configurações. Constatou-se que o valor do isolamento varia entre as tipologias do peitoril ventilado escolhidas. O desempenho de isolamento para a fachada que contém peitoril ventilado é melhor que o da abertura fixa. Com isto, registra-se que a utilização de uma estratégia passiva de projeto bem aplicada poderá acarretar em melhoras nas condições acústica dentro das edificações.

1 Introdução

1.1 Estratégias passivas de projeto: o peitoril ventilado

Nas regiões de clima quente úmido e especialmente no Nordeste Brasileiro, a utilização do peitoril ventilado como estratégia de projeto bioclimático, tornou-se uma ferramenta muito bem aplicada visando buscar a otimização das condições interiores e exteriores a partir da inter-relação de três sistemas: o clima, o homem e o habitat. Esta estratégia com o aproveitamento por meio da habitação dos condicionantes climáticos beneficiou a climatização natural (ventos) propiciando assim a sensação de conforto térmico nos usuários e com baixo consumo de energia por parte da edificação.

BITTENCOURT et all (2007), descreve o peitoril ventilado como um dispositivo geralmente executado em concreto, em formato geralmente em “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 aberturas. Essa abertura apresenta-se protegido das chuvas pelos planos verticais e horizontais do “L”, da maneira a permitir a passagem dos ventos sem que haja a penetração de chuvas. Por esta ferramenta (peitoril ventilado) ser uma das estratégias de aplicação da ventilação natural no projeto, as mesmas pode ser pensada de forma única ou atuando em conjunto. Para isto tornar-se viável e efetivo, tem que se ter o cuidado de que a concentração de poluentes externos deve ser menor que a dos poluentes internos. Esta preocupação deve ser reforçada com o objetivo de que a ventilação natural não deve causar outros problemas como ruídos ou falta de privacidade. Cabe questionar que as edificações na sua grande maioria estão inseridas em regiões populosas onde o ruído faz parte do contexto urbano, principalmente os ruídos de tráfegos que já são o terceiro maior causador de poluição sonora do mundo segundo a Organização Mundial de Saúde.

Aberturas para ventilação natural geralmente oferecem pouca resistência para a passagem do ruído, tornando com isto o maior problema das estratégias de projeto passivo. Para atender algumas exigências do projeto passivo, surgiu a Norma Brasileira de Desempenho Térmico para Edificações – NBR 15.220 publicada em 2005 pela ABNT com recomendações para estratégias de projeto passivo procurando atender e abranger as diferentes regiões climáticas no Brasil. Nela é estabelecido um Zoneamento Bioclimático Brasileiro onde se recomendam diretrizes construtivas relacionando estratégias de projeto térmico passivo e orientações sobre as aberturas em relação ao seu tamanho e sombreamento necessário. Nesta norma são fornecidas recomendações de aberturas para ventilação em % (percentagem) da área de piso. Estas aberturas (A) podem ser classificadas como pequenas ($10\% < A < 15\%$) para Zona Bioclimática Z6 onde abrange 12,6% do território brasileiro, médias ($15\% < A < 25\%$) para a Zona Bioclimática Z7, onde também insere 12,6% do território brasileiro e grandes ($A > 40\%$) para a Zona Bioclimática Z8, onde 53,7% do território brasileiro encontram-se sob estas condições climáticas. Nestas 03 Zonas Bioclimáticas encontram-se grande parte do Norte Nordeste Brasileiro e Centro Oeste, regiões estas onde a concepção do peitoril ventilado propicia ser utilizado.

Estas informações refletem a necessidade de maiores investigações do desempenho acústico de janelas com aberturas que utilizem o peitoril ventilado a fim de serem viabilizados uma melhor adequação entre ventilação natural, eficiência energética e acústica .

1.2 Objetivos

Este trabalho teve o objetivo de investigar a atenuação do ruído de fachadas contendo tipologias de peitoril ventilado utilizados em regiões de clima quente úmido, na busca de fornecer subsídios para viabilizar uma melhor adequação entre ventilação natural, eficiência energética e acústica.

2 Materiais e Métodos

A pesquisa na qual se inserem os resultados desse trabalho teve como enfoque principal investigar a ventilação natural integrada a questões acústicas, visando conhecer o comportamento acústico do peitoril ventilado utilizados em estratégias passivas de projeto arquitetônico existentes em regiões de clima quente úmido. A viabilidade acústica do uso destes elementos passa a ser uma rica ferramenta plástica arquitetônica, cuja utilização pode reduzir o consumo energético nas edificações, contribuindo com a diminuição do uso da climatização artificial desnecessária em certas épocas e horas do dia nas habitações. Este trabalho representa o início de uma série de investigações cuja finalidade é conhecer o desempenho acústico de peitoris ventilados, estabelecer melhoria de desempenho e a sua influência na ventilação natural e conforto térmico. A proposta inicial é realizar uma análise comparativa do comportamento acústico de algumas configurações geométricas de peitoris com o isolamento acústico proporcionado por janelas aberta e fechada, inseridas numa fachada. Escolheu-se para os ensaios uma edificação situada em uma área afastada de possíveis edificações e fontes de ruído ambiental, cujas características acústicas atendessem aos procedimentos e métodos de medição.

2.1 Área de estudo

A área de estudo escolhida é relativamente silenciosa, com níveis de pressão sonora que variam entre 35 a 50 dB(A) e estão dentro dos limites propostos pela norma brasileira NBR 10151. As montagens e medições foram realizadas em protótipos de edificações existentes em uma área destinada a pesquisas de Conforto Ambiental da Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo (FEC) da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), em Campinas, São Paulo.

O protótipo utilizado para as medições acústicas é uma construção de tijolo em barro maciço sem revestimento ($\frac{1}{2}$ tijolo / 10 cm espessura), assentados com argamassa comum de cimento e pintados na cor branca (interna e externamente) e montado em base de concreto com piso interno em concreto. Na cobertura encontramos uma laje pré-moldada com telha de fibro-cimento pintada externamente e internamente de branco. As dimensões internas da edificação são de 2,00 x 2,50 m, tendo uma área útil de 5,00 m², altura de 2,40 m, e volume interno de 12,00 m³. A fachada maior está orientada a Norte/Sul (2,70m) onde se encontra uma janela de vidro fixa e na menor, Leste/Oeste (2,20 m), existe uma abertura que foi utilizada para serem colocados os elementos a serem avaliados.

2.2 O objeto de estudo

O peitoril ventilado é um elemento que contém uma área aberta que serve de condutor de vento, interligando o ambiente externo ao interno. Esta passagem de ar, muitas vezes favorece a passagem de sons. O desempenho acústico de uma edificação está associada ao nível de ruído que cada componente do invólucro permite isolar. A fachada de uma edificação pode ser uma das últimas barreiras ao ruído externo. Na composição das suas aberturas o peitoril ventilado é comumente aplicado com variadas composições, forma e dimensões, onde cada uma delas poderá ter sua contribuição na atenuação do ruído. Com essa

premissa, esta pesquisa investigou quatro configurações de peitoris comumente encontradas nas aberturas de clima quente úmido. O material empregado para a construção foi a madeira compensada de 9 mm. Para todas as configurações estabeleceu-se mesma área de abertura (1,00 m x 0,18 m) e mesmo espaçamento (0,20 m). O dimensionamento destas aberturas baseou-se no quesito segurança que na prática é um fator importante no projeto dos mesmos, uma vez que estes possam ser compartilhados com fechamentos móveis ou não. O croqui do peitoril ventilado e as possíveis configurações estão apresentados na figura 01.

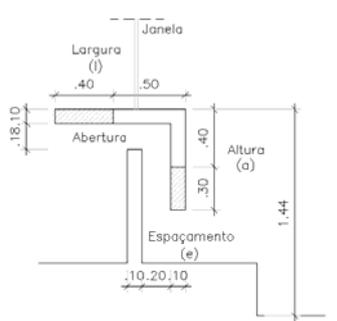


Figura 01. Croqui do peitoril ventilado representando as configurações dos peitoris “tipo a” (curto) e “tipo b”(longo).

Foram escolhidas para as investigações quatro configurações de aberturas denominadas de A, B C e D e apresentadas nas figuras 02, 03, 04 e 05. O detalhamento das configurações são as seguintes:

- **Configuração A:** Janela totalmente fechada (sem abertura com dimensões de 1,15 m x 0,95 m);
- **Configuração B:** Janela com abertura fixa pré-estabelecida (1,00 m x 0,18 m) sem peitoril ventilado;
- **Configuração C:** Janela com peitoril ventilado “**tipo a**” (curto) com:
Abertura fixa pré-estabelecida (1,00 m x 0,18 m);
Largura peitoril sem elemento interno com apenas elemento externo de 0,50 m;
Altura peitoril de 0,40 m;
- **Configuração D:** Janela com peitoril ventilado “**tipo b**” (longo) com:
Abertura fixa pré-estabelecida (1,00 m x 0,18 m);
Largura peitoril de 0,40 m (interno) + 0,50 m (externo), total de 0,90 m;
Altura peitoril de 0,70 m.

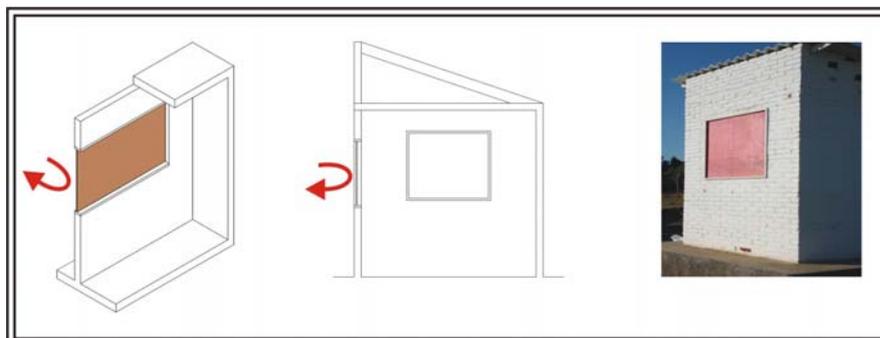


Figura 02. Configuração A: Janela fechada.

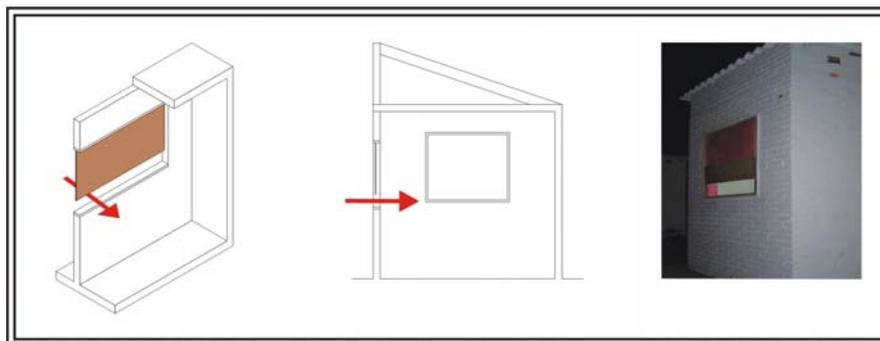


Figura 03. Configuração B: Janela com abertura.

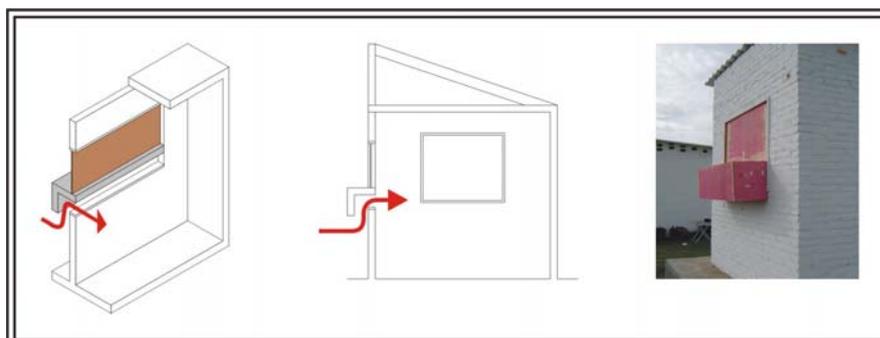


Figura 04. Configuração C: Janela com peitoril ventilado “tipo a” (curto).

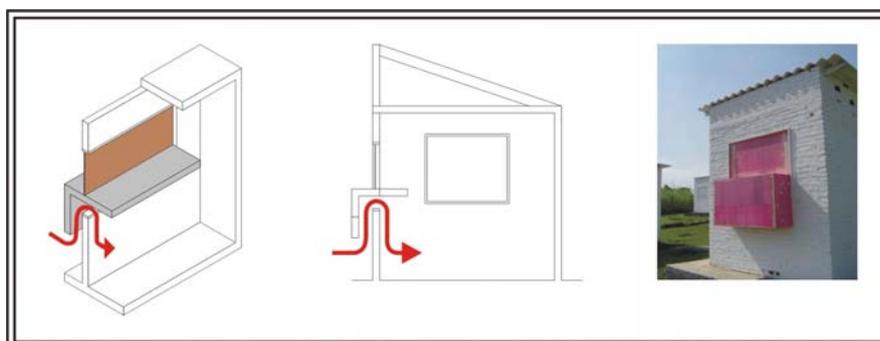


Figura 05. Configuração D: Janela com peitoril ventilado “tipo b” (longo).

2.3 Procedimento experimental

Para avaliação das características do desempenho acústico das diversas tipologias de aberturas foi utilizado o Sistema Building Acoustics da Brüel & Kjaer, composto por fonte omnidirecional, amplificador e analisador de frequência em tempo real (Investigator 2260). Os procedimentos de medição foram definidos com base nas informações do fabricante do equipamento e nas recomendações da norma internacional ISO 140-5:1998(E), que descreve os medidas de campo do isolamento sonoro aéreo de fachadas e elementos de fachadas. Os pontos importantes do procedimento adotado foram:

- **Tipo de ruído:** Para cálculos de isolamento sonoro foi utilizado o ruído branco;

- **Localização do Microfone:** Como as reflexões causadas pelas paredes podem gerar variação no nível de pressão sonora dentro do ambiente, foram utilizadas internamente três posições do microfone (M1, M2 e M3). Em cada ponto foram registrados três repetições. As distâncias mínimas obedecidas foram: 0,70 m entre microfones, 0,5 m entre qualquer posição de microfone e paredes do ambiente e que estivessem a 1,00 m entre qualquer posição de microfone e a fonte sonora. Os resultados são calculados como uma média espacial. A figura 06 mostra o posicionamento dos microfones no interior da edificação.

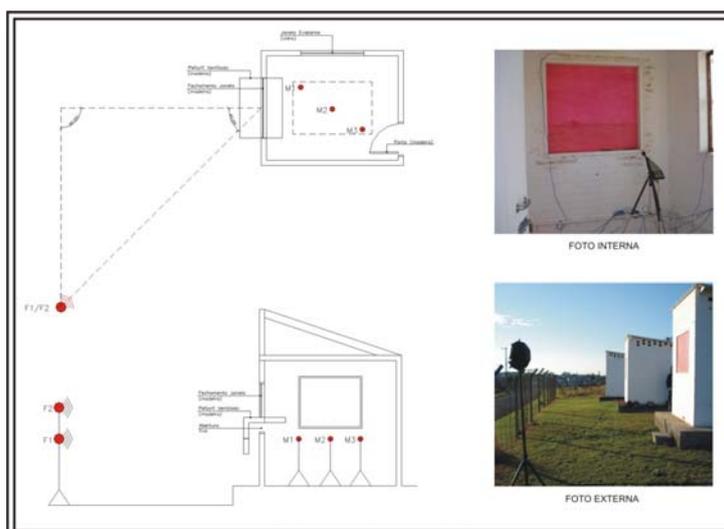


Figura 06. Planta baixa e corte do protótipo com a localização das posições do microfone, da fonte sonora. As fotos mostram detalhes da medição interna e a localização da fonte externa.

- **Posição da Fonte Sonora:** A fonte sonora foi colocada na área externa da edificação, na fachada, num único ponto, mas com duas posições diferentes devido a variação da altura da fonte (1,27 m e 1,87 m do nível do terreno) e representadas na figura Fig. 06. A definição da posição de colocação da fonte foi realizada de acordo com a norma ISO 140-5:1998(E), cuja representação aparece no croqui da figura 07. A distancia entre a fonte (d) e a fachada analisada foi de 3,5 m;

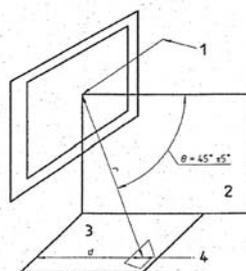


Figura 07. Geometria para as medidas segundo o método do alto falante segundo a ISO 140-5:1998(E).

O software BZ 7204, associado ao sistema Building Acoustics da Brüel & Kjaer, usa como base para o calculo do isolamento aéreo de elementos (R), a equação (01). O valor L1 representa o nível de pressão sonora no local da fonte sonora (ligada), L2 representa o nível

de pressão sonora no lado oposto da fonte sonora (também ligada) e T o tempo de reverberação do ambiente de recepção som (lado oposto da fonte). Para o cálculo do tempo de reverberação o software mede o decaimento sonoro desde L_2 até o ruído de fundo denominado B2.

$$R = L_1 - L_2 + 10 \log (T / T_0) \text{ dB} \quad (01)$$

Para cada uma das quatro configurações foram medidos em campo os parâmetros acústicos:

- **Ruído de Fundo (B2):** Ruído de fundo medido dentro do ambiente Este ruído foi sempre mantido com intensidades menores de 10 dB do nível do sinal e foram medidos no mínimo três vezes para cada situação;
- **Tempo de Reverberação (T):** Medido no interior da edificação com leituras feitas em três posições diferentes;
- **Nível de Pressão Sonora da Fonte dentro e fora da edificação com fonte sonora ligada (L2) e (L1):** Estas medições foram repetidas três vezes para cada situação, tanto para fonte (F1 e F2) como para os pontos de microfone (M1, M2 e M3). No caso do nível de pressão sonora da fonte, o microfone localizou-se externamente, a dois metros da parede da fachada.

Todos os parâmetros foram medidos em função da frequência em banda 1/1 de oitava entre 125 e 8000 Hz.

3 Resultados e discussão

Com os resultados de L1, L2, e T foram calculados os valores de R em função de frequência para cada uma das quatro configurações. Os resultados podem ser visualizados no gráfico da figura 08. Observa-se que o comportamento do isolamento dos peitoris ventilados em função da frequência é quase plano e que os resultados ficam entre o desempenho da janela aberta e fechada. Esses resultados são interessantes, pois mostram que embora pequeno o isolamento desses elementos diferem de uma abertura comum de mesma área. Os resultados indicam também que não existe frequência melhor ou pior para o desempenho de isolamento, o que para ruído de baixa frequência é um resultado importante.

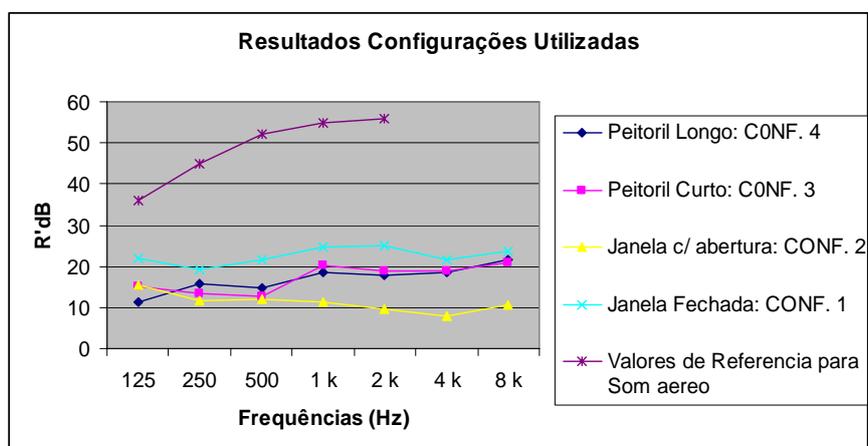


Figura 08. Resultados do Índice de Isolamento Sonoro (R') em dB para as diferentes configurações analisadas.

Com base nos resultados de isolamento (R) em função da frequência, também foi possível obter índice de redução sonora ponderada (R_w) segundo a norma ISO 717 -1 (1996) que representa um valor único de isolamento. Os resultados estão apresentados na tabela 01 e confirmam o comportamento de que o isolamento das duas configurações de peitoris ventilados são superiores ao de uma abertura comum.

Tabela 1. Resultados do Índice de Isolamento Sonoro Global (R'_w) das diferentes configurações.

CONFIGURAÇÕES	Tipologia das Janelas	R' _w (dB)
CONF. 1	Fechada	24
CONF. 2	Com abertura	11,5
CONF. 3	Com Peitoril Curto	17,8
CONF. 4	Com Peitoril Longo	17,5

4 Conclusões

Como era esperado o índice de isolamento sonoro da janela fechada é em geral superior ao das outras configurações em função da frequência, mas o índice de isolamento das configurações de peitoril é superior ao da janela aberta em qualquer frequência. A janela com peitoril longo apresentou melhores resultados nas medias frequências quando comparados com o peitoril mais curto. Sua melhor performance foi apresentada nas frequências mais altas. A janela com peitoril mais curto teve nas frequências mais altas uma pequena melhora de performance do que quando usadas com janelas de peitoril mais longo. A diferença entre a janela com abertura livre e janela fechada é clara e significativa as variações de isolamento, reafirmando que as janelas ao serem colocadas com aberturas desprotegidas reduzem bastante as condições acústica do ambiente. A comparação entre todos os componentes é destacada por conta da melhora da performance acústica (isolamento) do ambiente por ser implantado o peitoril ventilado na janela. Destaca-se que a presença do peitoril ventilado em uma janela com igual abertura representou uma melhora entorno de 6 dB embora apresente uma perda de 6 dB quando comparada com uma janela totalmente fechada. Pequena variação de isolamento entre os dois tipos de peitoril ventilado utilizado, muito embora por frequência esta diferença possa ser mais bem estudada. Acredita-se que é possível modificar as características geométricas e físicas dos peitoris ventilados para melhorar o seu desempenho.

Referências

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 10151**: Acústica – Avaliação do ruído em áreas habitadas, visando o conforto da comunidade - procedimento. Rio de Janeiro, jun 2000. 04 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 10152**: Níveis de ruído para conforto acústico. Rio de Janeiro, Dez 1987. 04 p.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TECNICAS. **NBR 15220**: Desempenho Térmico para Edificações. Rio de Janeiro, 2005b.
- BITTENCOURT, L. S.; SACRAMENTO, A.; LEAL, T. A.; CANDIDO, C. A influência do tipo de fechamento dos peitoris ventilados na velocidade e distribuição da ventilação natural em salas de aula. In: IX ENCONTRO NACIONAL E V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUIDO – ENCAC 2007. Ouro Preto, Brasil. **Anais...** Ouro Preto, Brasil. 2007. 1 CD ROM.
- BUILDING ACOUSTICS SYSTEM - **Technical Documentation**. Briel & Kjaer Sound & Vibration Measurement A/S. Denmark.1996.

- CRIZEL, Lori Correa. **Acústica bioclimática: atenuador sonoro em edificações de clima tropical úmido**. 2003. 1v. 142p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Rio de Janeiro – Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- LAMBERTS, R; TRIANA, M. A. (2005)b “**Relatório Inovações Tecnológicas. Capítulo 5 Energia. Projeto Tecnologias para a Construção Habitacional mais Sustentável**”. Disponível em: www.labeee.ufsc.br/finep
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, **ISO 717-1:1996 (E)**, Acoustics - Rating of sound insulation in buildings and elements of building elements – Part 1: Airborne sound insulation. Geneva, 1996. 17p.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION, **ISO 140-5:1998 (E)**, Acoustics – Measurement of sound insulation in buildings and building elements – Part 5: Field measurements of airborne sound insulation of façade elements and façades. Geneva, 1998. 25p.
- TRIANA, M. A.; LAMBERTS, R. Metodologia da Avaliação Brasileira para o Setor Residencial: Eficiência Energética. In: IX ENCONTRO NACIONAL e V LATINO AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2007, Ouro Preto. Minas Gerais. **Anais eletrônicos...** Ouro Preto. Minas Gerais. 2007.1 CD-ROM
- WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO), **Guidelines for community noise**. Capturado na internet em 04 de Janeiro de 2002: www.who.int/pet/