



XVI ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO

Desafios e Perspectivas da Internacionalização da Construção
São Paulo, 21 a 23 de Setembro de 2016

A INFLUÊNCIA DA FORMA DE PRATELEIRAS DE LUZ NA CAPTAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO INTERNA DA VENTILAÇÃO NATURAL EM UM AMBIENTE¹

ACCIOLY, Luísa (1); OLIVEIRA, Poliana (2); BITTENCOURT, Leonardo (3)

(1) UFAL, e-mail: luisa_patury@hotmail.com; (2) UFAL, e-mail: polianalopes.ufal@gmail.com; (3) UFAL, e-mail: lsb54@hotmail.com

RESUMO

Entre as estratégias bioclimáticas para o clima quente e úmido, a promoção do movimento do ar no interior das edificações é a mais recomendada. O fluxo do ar nos ambientes depende de uma série de variáveis projetuais, entre elas a localização e formato de componentes nas proximidades das aberturas, que proporcionam maior ou menor resistência à passagem do vento e o direcionam. A prateleira de luz é um deles, usado a fim de aperfeiçoar o direcionamento de luz natural em ambientes, e dependendo de sua forma pode influenciar na distribuição interna de ar. Diante desse contexto este trabalho tem como objetivo analisar comparativamente o comportamento da ventilação natural no interior de um ambiente com ventilação cruzada, com aplicação de prateleiras de luz em quatro formatos: superfície plana, plana com curvatura na extremidade externa, plana com curvatura na extremidade interna e plana com curvatura nas extremidades externa e interna. Foram realizados ensaios na mesa d'água utilizando o método de visualização analógica com escoamento do vento em modelos físicos reduzidos. Os resultados sugerem que o desempenho do modelo de prateleira de superfície plana com curvatura nas extremidades externa e interna é superior aos demais para a ventilação natural do ambiente estudado.

Palavras-chave: Ventilação natural. Conforto térmico. Prateleira de luz. Mesa d'água.

ABSTRACT

Among the bioclimatic strategies for the hot humid climate, promoting natural ventilation inside buildings is the most recommended one. The air flow inside a room depends on a number of architectural variables, including the location and shape of building components near openings, which can offer more or less resistance to wind, affecting the flow direction. A light shelf is one of those components, used to improve the lighting inside buildings, and may also affect the internal air distribution depending on its form. In this context, this study intends to compare the natural ventilation performance inside a room with cross ventilation with the application of light shelves where four different shapes were used: flat surface, flat surface with external curved chamfer, flat surface with internal curved chamfer, and flat surface with internal and external curved chamfer. Simulations were performed on a water table with use of analog display method with wind flow in reduced physical models. Results suggest that better air flow distribution and higher air speed inside the studied model is obtained with the light shelf model with a flat surface with curvature the outer and inner ends.

Keywords: Natural ventilation. Thermal comfort. Shelf light. Water table.

¹ ACCIOLY, Luísa; OLIVEIRA, Poliana; BITTENCOURT, Leonardo. A influência da forma de prateleiras de luz na captação e distribuição interna da ventilação natural em ambiente. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 16., 2016, São Paulo. **Anais**. São Paulo: ENTAC, 2016.

1 INTRODUÇÃO

Para regiões que sofrem os efeitos da alta temperatura e da umidade, considera-se que a estratégia bioclimática mais importante é a de evitar ganhos de calor através do sombreamento das aberturas e promover o movimento do ar. A manipulação da ventilação natural é uma das soluções mais eficazes para proporcionar o conforto térmico em edifícios neste clima (HERTZ, 1998).

A configuração do fluxo do ar no interior das edificações está sujeita aos efeitos produzidos por algumas variáveis arquitetônicas, que é determinada por três fatores principais: tamanho e localização das aberturas de entrada, tipo das esquadrias e a localização de outros componentes nas proximidades das aberturas. Estes componentes são comumente criados para proteção solar, captação de vento ou direcionamento da luz natural. São eles: beirais, brises, peitoris ventilados, prateleiras de luz, marquises, entre outros. A tipologia das aberturas, em conjunto com a forma destes elementos externos, afetam a distribuição do fluxo de ar interno e influencia diretamente na ventilação dos ambientes onde são utilizados estes componentes, podendo oferecer maior ou menor resistência à passagem do vento (OLGYAY; 1998).

Estudos vêm sendo realizados no que se refere à variação da geometria desses elementos externos, para conhecer seus desempenhos e melhor aplicação. Bittencourt (1995) desenvolveu um estudo que avalia o efeito da forma de elementos vazados (cobogós) no comportamento de ventilação natural, e percebeu que a forma desse elemento influencia no fluxo e velocidade do vento. Bittencourt e Cândido (2007) analisaram a utilização de peitoris ventilados em formatos ortogonais, inclinados e curvos e concluíram que os curvos apresentam maior eficácia que os outros na ventilação.

Existe uma lacuna, na literatura, quanto à abordagem da influência da geometria da prateleira de luz no desempenho da ventilação, elemento muitas vezes usado a fim de aperfeiçoar o direcionamento de luz natural no interior dos ambientes. Pesquisas afirmam que dependendo do formato de projeções horizontais da prateleira de luz, o vento pode ter sua velocidade reduzida ou aumentada (OLGYAY; 1998). A distribuição interna do fluxo de ar passa a ser influenciada por campos de pressão gerados no entorno das aberturas da construção pelo vento e pelas pressões existentes ao redor da abertura (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2008).

Em estudo realizado por Taufner, Maioli e Alvarez (2014), foi analisada uma comparação entre o desempenho luminoso das prateleiras de luz curvas e prateleiras de luz planas, a fim de investigar o efeito destas diferentes formas na iluminância no interior de um ambiente. Foi constatado que as prateleiras curvas, em comparação com as planas, foram mais eficazes no redirecionamento da luz para dentro do ambiente. No entanto, não há conhecimento de como esta prateleira de luz curva interfere na ventilação natural.

Para este estudo foram realizados ensaios na mesa d'água, com o intuito de investigar qualitativamente a ventilação natural em ambientes com prateleiras de luz de diferentes formatos, através do método de visualização analógica do comportamento da ventilação natural de modelos físicos reduzidos. Este equipamento se apresenta como uma alternativa interessante para este fim, devido ao seu baixo custo e fácil operacionalidade (TOLEDO; PEREIRA, 2003).

2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo comparar o comportamento de quatro formatos de prateleira de luz na captação e distribuição do fluxo de ar no interior de um ambiente.

3 METODOLOGIA

A metodologia foi dividida em quatro etapas descritas a seguir:

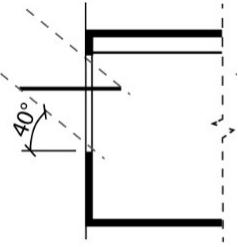
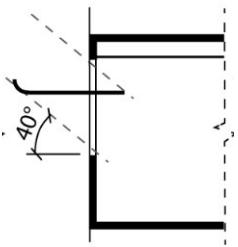
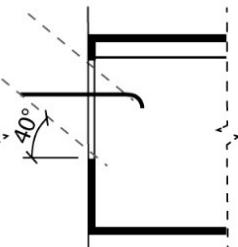
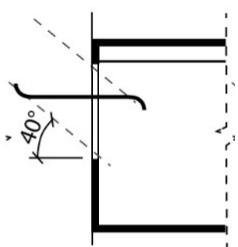
1. Definição dos modelos a serem avaliados;
2. Confecção das maquetes;
3. Realização dos ensaios analógicos na mesa d'água;
4. Análise dos resultados.

3.1 Definição dos modelos a serem avaliados

Foram adotados quatro modelos de prateleira de luz, dos quais dois deles foram previamente propostos e estudados por Taufner, Maioli e Alvarez (2014), onde investigaram a distribuição de luz natural no ambiente de acordo com a forma do elemento. Os dois modelos possuem mesmo comprimento no plano horizontal com um ângulo de 40° em relação ao peitoril da janela inferior. Os formatos adotados para este experimento foram: superfície plana, plana com curvatura na extremidade externa, plana com curvatura na extremidade interna e plana com curvatura nas extremidades externa e interna (ver tabela 01).

O modelo 01 é plano em toda sua superfície, o modelo 02 possui curvatura na extremidade externa, no modelo 03 a curvatura é na extremidade interna, e por fim, o modelo 04 possui curvatura na extremidade interna e externa (Tabela 01). O ambiente adotado para os ensaios com a utilização das prateleiras de luz possui 9m², com dimensões 3,00 x 3,00m, 2,70m de pé-direito, peitoril padrão de 1,10m e janelas de 1,20 x 1,00m em lados opostos, proporcionando a ventilação cruzada.

Tabela 01 - Modelos a serem avaliados no ensaio analógico na mesa d'água

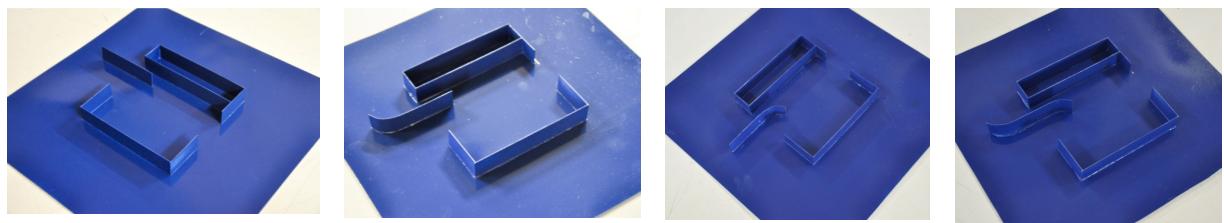
Elemento	Modelo	Configuração	Representação (corte)	Escala
Prateleira de luz	1	Extremidade reta	180°	 1/25
	2	Extremidade externa curva $R=50\text{cm}$	 1/25	1/25
	3	Extremidade interna curva $R=50\text{cm}$	 1/25	1/25
	4	Extremidade externa e interna curva $R=50\text{cm}$	 1/25	1/25

Fonte: Os autores. Imagens adaptadas de Taufner, Maioli e Alvarez (2014).

3.2 Confecção das maquetes

Para realização dos ensaios analógicos na mesa d'água foram confeccionados modelos reduzidos (maquetes) utilizando uma placa branca de PVC, escolhida por ter boa resistência e ser impermeável. Devido à cor clara do material, as maquetes foram coloridas com tinta spray azul escuro a fim facilitar a visualização da espuma durante o ensaio na mesa d'água. Os modelos foram produzidos na escala de 1/25 com uma base de 30cmx30cm e altura de 2 cm (Figuras 01, 02, 03 e 04).

Figuras 01, 02, 03 e 04 - Maquetes físicas dos modelos de prateleira de luz, da esquerda para direita: de superfície plana, plana com extremidade externa curva, plana com extremidade interna curva e extremidade externa e interna curvas.



Fonte: Os autores

3.3 Realização dos ensaios analógicos na mesa d'água

A mesa d'água é composta por uma placa horizontal de vidro transparente montada em uma estrutura de perfis metálicos, sobre a qual a água escoa em velocidade uniforme, ao longo de sua largura, e que constitui o campo de observação e ensaio (TOLEDO; PEREIRA, 2003) (ver Figura 05). Com a maquete fixada no centro, o equipamento é acionado levando a água do reservatório montante para o reservatório jusante. A operação utiliza detergente lava-louça para a formação da espuma, para uma melhor vizualização do escoamento. O fluxo de ar é estimado através do escoamento da água com espuma, indicando o comportamento do vento ao atravessar a maquete (BITTENCOURT; CÂNDIDO, 2010).

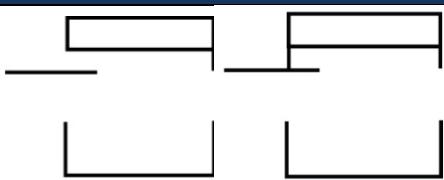
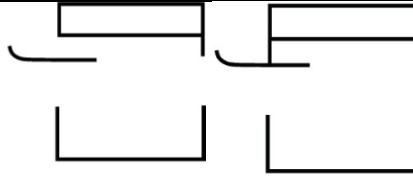
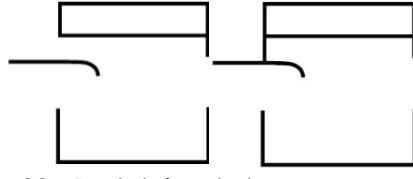
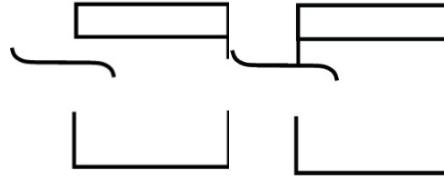
Figura 05 – Mesa d'água



Fonte: Os autores

Foram realizados oito ensaios, dois para cada modelo com variações das aberturas de entrada do vento. As aberturas de saída do ar foram mantidas abertas em todos os ensaios. As janelas de entrada do ar foram voltadas para a captação da ventilação predominante, no quadrante leste.

Tabela 02 - Variações dos ensaios realizados na mesa d'água

Modelo	Ensaios - Variações
	<p>1. Janelas superiores e inferiores abertas. 2. Janela superior fechada e janela inferior aberta.</p>
01 - Prateleira de luz plana	
	<p>1. Janelas superiores e inferiores abertas. 2. Janela superior fechada e janela inferior aberta.</p>
02 - Prateleira de luz curva na extremidade exterior	
	<p>1. Janelas superiores e inferiores abertas. 2. Janela superior fechada e janela inferior aberta.</p>
03 - Prateleira de luz curva na extremidade interior	
	<p>1. Janelas superiores e inferiores abertas. 2. Janela superior fechada e janela inferior aberta.</p>
04 - Prateleira de luz curva nas duas extremidades	

Fonte: Os autores

3.4 Tabulação para análise dos resultados

Para realização desta etapa, foram utilizadas fotografias e filmagens dos ensaios analógicos na mesa d'água. A análise realizada apenas com fotografias limita a precisão do movimento do ar percorrido no interior dos ambientes, podendo gerar interpretações distorcidas. Portanto uma melhor análise foi realizada através da visualização de vídeos e elaboração de imagens gráficas com vetores para simular o percurso do vento.

4 DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Para efeito de análise, os resultados de simulações dos quatro modelos foram agrupados em duas variações para as prateleiras de luz na captação

de vento: janelas superiores e inferiores abertas, e janelas superiores fechadas e inferiores abertas.

4.1 Janelas superiores e inferiores abertas

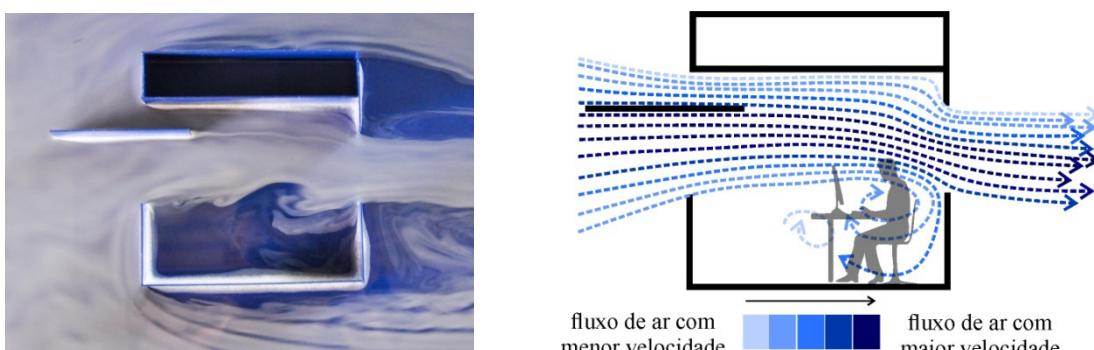
Para a situação em que as janelas inferiores e superiores estão abertas, observa-se que o modelo 01 apresenta um fluxo de ar uniforme, que permeia o ambiente de forma contínua com maior velocidade que os outros modelos. A geometria da prateleira, nesse caso, não tem interferência significativa na entrada do vento como tem nos demais modelos (Figuras 06 e 07).

No caso do modelo 02, nota-se um comportamento mais turbulento na captação do vento, formando zonas mais significativas de recirculação tanto na janela inferior quanto superior. Verificou-se que a geometria curva da prateleira age como uma obstrução na janela superior, dificultando a captação e reduzindo o volume de ar que entra pela mesma (Figuras 08 e 09).

As prateleiras dos modelos 03 e 04 (Figuras 10, 11, 12 e 13), por apresentarem a extremidade interna curva, fazem com que haja uma diminuição na velocidade do ar no interior.

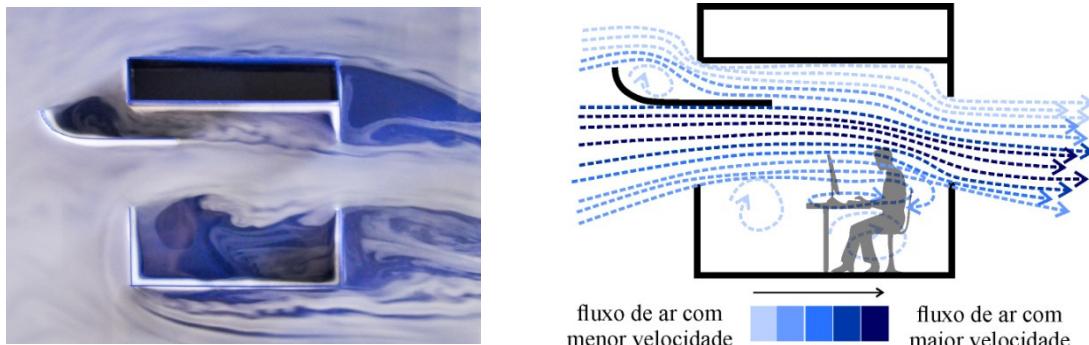
Percebe-se que para estas condições onde ambas as janelas estão abertas, o modelo 01 propicia uma ventilação mais fluida com maior uniformidade na distribuição de vento e menor ocorrência de zonas de recirculação, enquanto que os modelos 02 e 04 oferecem maior resistência à entrada de ar na janela superior. Os modelos 03 e 04 direcionam o vento para a altura do usuário, o que é interessante.

Figuras 06 e 07 – Escoamento do ar no interior do modelo 01



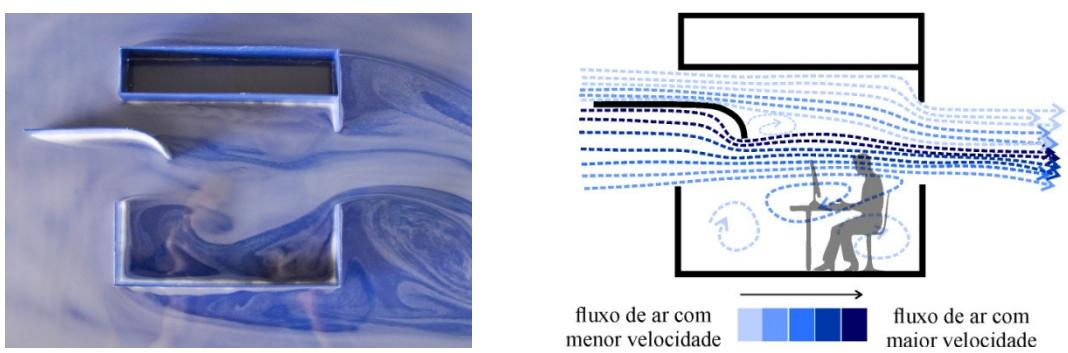
Fonte: Os autores

Figuras 08 e 09 – Escoamento do ar no interior do modelo 02



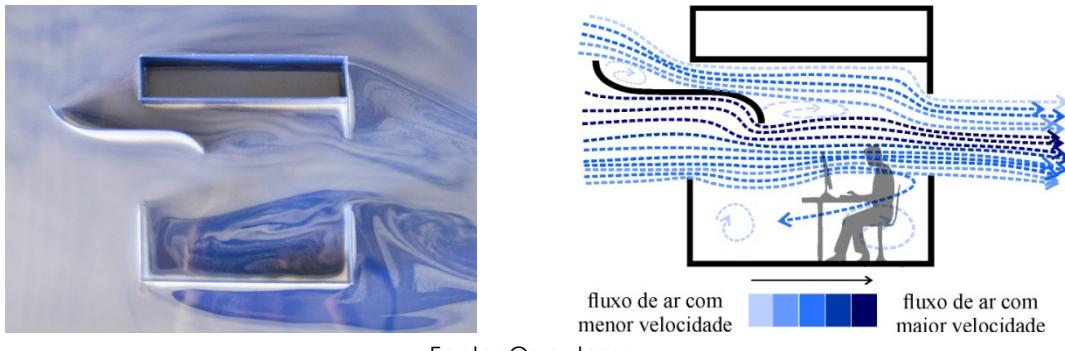
Fonte: Os autores

Figuras 10 e 11 – Escoamento do ar no interior do modelo 03



Fonte: Os autores

Figuras 12 e 13 – Escoamento do ar no interior do modelo 04



Fonte: Os autores

4.2 Janelas superiores fechadas e inferiores abertas

Com o fechamento da janela superior, a ventilação cruzada ocorre através de aberturas alinhadas de entrada e saída iguais, e é possível perceber com maior clareza a interferência direta da forma da prateleira de luz no desempenho da ventilação no interior do ambiente.

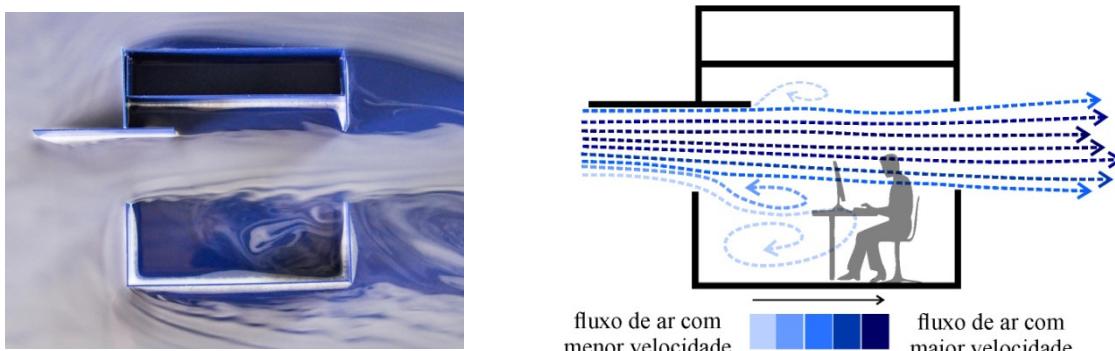
O escoamento do ar dentro do ambiente do modelo 01 (Figuras 14 e 15) ocorre uniformemente, sem resistência. A forma da prateleira não causa interferência no movimento do ar, e deixa que o mesmo atravesse o ambiente sem alteração na sua direção.

Já os modelos 02 e 04 (Figuras 16, 17, 20 e 21) exercem um papel de potencializar a captação de ar, pois o formato curvo da extremidade da

prateleira redireciona para dentro uma porção maior da corrente de ar que seria desviada acima do edifício. No entanto, este maior volume de ar captado no exterior tem sua velocidade reduzida no interior, apresentando uma formação de zona de recirculação mais significativa próxima à saída do ar, do que no caso do modelo 01 (Figuras 14 e 15).

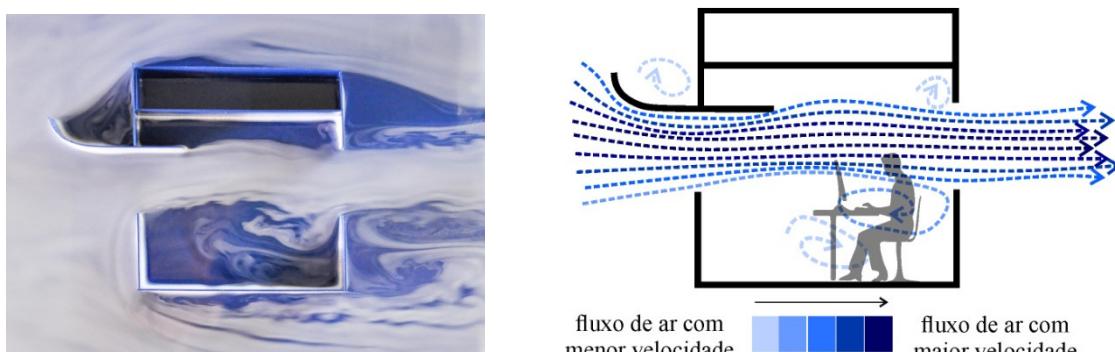
Pode-se verificar que os modelos 03 e 04, assim como já citado na variação anterior, também direcionam o fluxo de ar na altura do usuário, porém em menor velocidade do que quando as duas janelas estavam abertas (Figuras 18, 19, 20 e 21).

Figuras 14 e 15 – Escoamento do ar no interior do modelo 01



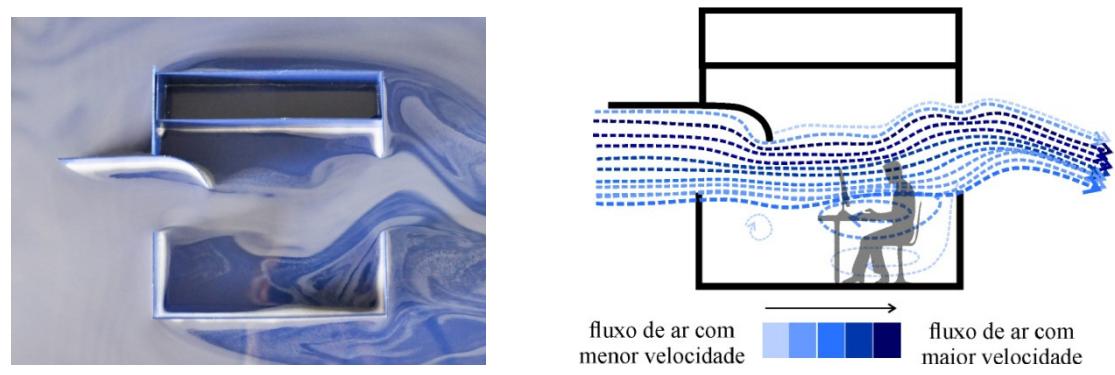
Fonte: Os autores

Figuras 16 e 17 – Escoamento do ar no interior do modelo 02



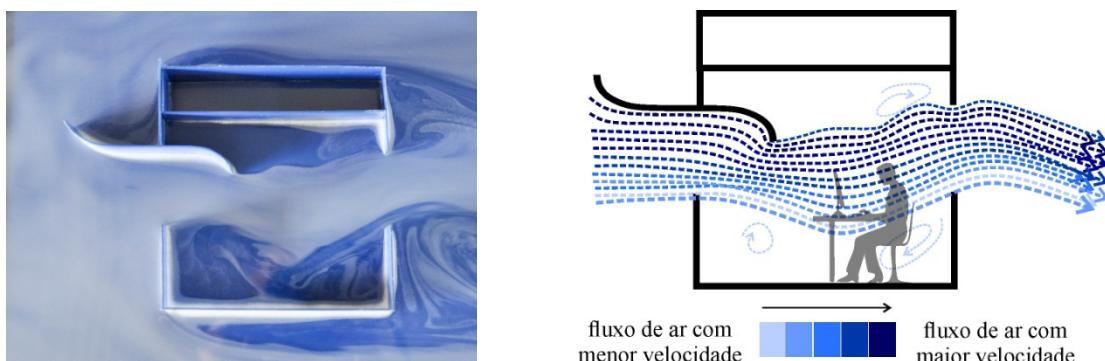
Fonte: Os autores

Figuras 18 e 19 – Escoamento do ar no interior do modelo 03



Fonte: Os autores

Figuras 20 e 21 – Escoamento do ar no interior do modelo 04



Fonte: Os autores

Comparando-se as quatro tipologias de prateleiras de luz analisadas, plana, curva na extremidade inferior, curva na extremidade exterior e curva nas duas extremidades, observou-se que as superfícies curvas produzem uma redução na velocidade do vento e geram mais zonas de recirculação do ar no ambiente, comparado à prateleira de luz plana que promove maior uniformidade na velocidade e fluxo do vento, onde seu formato potencializa o escoamento do ar. A utilização da prateleira de luz curva na extremidade interna foi mais eficiente na ventilação por ser uma boa alternativa quando se pretende redirecionar o fluxo do vento para a altura do usuário.

5 CONCLUSÕES

O estudo realizado por Taufner, Maioli e Alvarez (2014) comprovou que o modelo de prateleira de luz curva na extremidade externa obteve o melhor desempenho lumínico quando comparado à prateleira plana. Porém não se mostrou tão eficaz quando utilizado como elemento para melhorar a ventilação natural.

Portanto o modelo de superfície plana com extremidades internas e externas curvas, dentre os modelos analisados, é a tipologia que oferece melhor desempenho, pois atende ambas as funções (iluminação e ventilação natural). A variação da janela superior aberta seria mais interessante quando há a necessidade de troca de calor junto ao forro, eliminando o ar mais quente do ambiente. Já a variação da janela superior fechada apresenta uma configuração do ar mais direcionada à altura do usuário, sendo uma alternativa bem adequada.

Este trabalho busca contribuir para diminuir a lacuna existente na literatura à respeito da forma da prateleira de luz e sua influência no comportamento da ventilação natural. Para futuros trabalhos recomenda-se uma análise comparativa entre os dois novos formatos aqui propostos (plana com curvatura na extremidade interna e plana com curvatura nas extremidades externa e interna) quanto seu desempenho lumínico no interior do ambiente.

REFERÊNCIAS

BITTENCOURT, Leonardo S.; CÂNDIDO, Christina. **Introdução à Ventilação Natural.** Maceió: Edufal, 2008. 3ed. 173p.

BITTENCOURT, Leonardo S. Efeito da forma dos elementos vazados na resistência oferecida à passagem da ventilação natural. **Ambiente Construído**, Gramado, 1995. Disponível em: < <http://www.infohab.org.br/acervos/buscaautor/codigoAutor/3979> >. Acesso em: novembro 2015.

BITTENCOURT, Leonardo S.; SACRAMENTO, Alexandre da S.; CÂNDIDO, Christina; LEAL, Thalianne. Estudo do desempenho do peitoril ventilado para aumentar a ventilação natural em escolas de Maceió/AL. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 7, n. 3, p. 59-69, jul/set. 2007. Disponível em: <http://seer.ufrgs.br/ambienteconstruido/article/view/3742/2095>. Acesso em: dezembro 2012.

HERTZ, John. **Ecotécnicas em arquitetura : como projetar nos trópicos úmidos do Brasil.** São Paulo : Pioneira, 1998.

OLGYAY, V. **Arquitectura y clima. Manual de Diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas.** Editoriais Gustavo Gili: Barcelona, 1998.

TAUFNER, Mariani; MAIOLI, Ricardo; ALVAREZ, Cristina. **Desempenho de diferentes prateleiras de luz em edifício com entorno construído.** In: ENTAC 2014 - XV Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, Maceió, 2014. Disponível em: < <http://lpp.ufes.br/desempenho-de-diferentes-prateleiras-de-luz-em-edif%C3%ADcio-com-entorno-constru%C3%ADo> >. Acesso em: novembro 2015.

TOLEDO, A. M.; PEREIRA, F.O.R. **O potencial da mesa d'água para a visualização analógica da ventilação natural em edifícios.** In: ENCAC 2003- Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído, Curitiba, 2003. Anais ENCAC/COTEDI, 2003. Curitiba: 2003.