



VENTILAÇÃO NATURAL EM AMBIENTE INTERNO: ESTUDO PARA OS VESTIÁRIOS DE UM CLUBE DE FUTEBOL

Viviane Cristina Rech (1); Maria Fernanda Oliveira Nunes (2); Carlos Eduardo Pedone (2)

(1) Acadêmica do Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Caxias do Sul, Brasil – e-mail: vivi.rech@terra.com.br (2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Curso de Arquitetura e Urbanismo – Universidade de Caxias do Sul, Brasil – e-mail: mfonunes@ucs.br; pedone@terra.com.br.

RESUMO

Proposta: A ventilação natural adequada é de fundamental importância para se atingir as condições de conforto térmico. No entanto, o projetista muitas vezes lida com situações complexas que não são previstas nas equações de fluxo de ar para ambientes internos. Neste trabalho é apresentado um estudo de ventilação nos vestiários da sede de um Clube de futebol, com o objetivo de definir o posicionamento e dimensionamento do vão de uma das aberturas para melhor distribuição do fluxo de ar. **Materiais e Método:** Foram dadas duas alternativas de posicionamento das aberturas: uma unilaterial e, outra, cruzada como a utilização de uma torre. O estudo foi realizado utilizando maquete em madeira e acrílico, na escala 1:20, máquina de fumaça, ventilador, anemômetro e lâmpada fluorescente compacta. O processo consistiu em introduzir fumaça no interior da maquete, e com o ventilador ligado, simulando a direção e velocidade do vento, observar a trajetória da dissipação da fumaça. As simulações foram realizadas em duas etapas, considerando a estação de inverno, onde se tem a direção dos ventos incidentes à 45° na fachada oeste, e posteriormente, a simulação da estação verão, com os ventos à 45° na fachada leste. A análise foi realizada através da observação da trajetória da fumaça, no interior da maquete, e contagem do tempo de dissipação. Todo o processo foi registrado em filmes digital e analisado comparativamente nos tempos de 0, 5, 10 e 15 segundos. **Resultados:** Um dos resultados mais importantes da simulação foi a diminuição do tempo de dissipação com a colocação de um anteparo, na situação de ventilação unilaterial, sem a necessidade de alterar o vão nem a posição da abertura. **Originalidade:** Uso de maquete para análise qualitativa da ventilação gerando uma alteração no projeto arquitetônico e na execução da obra.

Palavras chave: ventilação natural; simulação em maquetes.

ABSTRACT

Proposal: The proper natural ventilation is extremely important to reach the conditions of thermic comfort. However, many times the designer deals with complex situations that are not foreseen in the equation of air flow for indoor environment. On this paperwork, a study of ventilation in the dressing room of a soccer club-house is presented, with the purpose of defining the position and dimension of a span of one of the openings for a better distribution of air flow. **Materials and Methods:** two alternatives for the position of the openings were given: one unilaterial and the other crossed like the use of a tower. The study was done using a mockup made of wood and acrylic, scale 1:20, a smoke machine, a ventilator, an anemometer, and a compact fluorescent lamp. The process consisted in putting smoke in the mockup, and with the ventilator on, simulating the direction and speed of the wind, observe the trajectory of the smoke dissipation. The simulations were done in two stages considering the winter season when the incidental wind direction is 45 degrees on the west façade, and

afterwards, the simulation of the summer season with the winds 45 degrees on the east facade. The analysis was done through the observation of the smoke trajectory in the interior of the mockup and counting of the dissipation time. All the process was recorded on digital film and the timing of 0, 5, 10 and 15 seconds comparatively analysed. **Results:** One of the most important results of the simulation was the diminution of the dissipation time by putting one protection shield on the unilateral ventilation situation, without the need of altering neither the span nor the opening position. **Originality:** the use of a mockup for the qualitative analysis of the ventilation generating one alteration of the architectural project and the execution of the construction.

Keywords: natural ventilation; model simulation.

1 INTRODUÇÃO

A ventilação natural é de grande importância para a vida humana e para a saúde em geral. Proporciona a renovação do ar dos ambientes, a dissipação de calor, além da eliminação de vapores, fumaças, odores e poluentes.

Segundo Rivero (1985), a responsabilidade do arquiteto em relação a contaminação atmosférica é limitada. Porém, essa limitação não se estende a garantir a higienização e a renovação do ar em ambientes internos. Estes estão mais protegidos da poluição urbana, mas vulneráveis a poluição de gases produzidos pelas simples atividades de uso humano nos ambientes.

Rivero (1985) ressalta, ainda, que a prática de atividades simples que consomem oxigênio e desprendimento de anidrido carbônico, além do vapor de água produzido pelo banho, transpiração humana e cozimento de alimentos, causam a proliferação de microorganismos nocivos a saúde e a condensação que provoca destruição de pinturas e acabamentos internos.

Ao receber a proposta de trabalho do complexo da Sociedade Esportiva e Educativa Flamengo, *SEEF*, o escritório Royal Arquitetura teve vários condicionantes físicos e projetuais. Em virtude dos limites naturais do terreno e de uma parte do complexo já estar edificada, o projeto arquitetônico foi desenvolvido considerando estes aspectos.

O edifício que constitui os vestiários dos times da casa e visitantes, entre outros espaços, foi inserido no terreno a fim de viabilizar seu uso interligado com o campo de futebol. Por isso, a posição e dimensão dos vãos de aberturas foram distribuídas de forma limitada imposta pela posição do edifício em relação ao entorno. Assim, surgiu a necessidade de analisar o sistema de ventilação natural dos vestiários.

1.1 OBJETIVOS

Este trabalho foi formulado para oferecer alternativas de melhor posição e dimensão de vãos de janelas, a fim de melhorar a eficiência da ventilação natural do ambiente em estudo.

Este trabalho foi elaborado com o objetivo de estudar a ventilação nos vestiários da sede de um Clube de Futebol, para definir o posicionamento e dimensionamento do vão de uma das aberturas para melhor distribuição do fluxo de ar.

2 MÉTODO ADOTADO

Para análise qualitativa no estudo da distribuição de ar foi adotada a simulação em modelo reduzido.

O processo de estudo para análise da ventilação natural foi efetuado nos vestiários dos times oficiais de futebol da *SEEF*, o qual é constituído também pelos sanitários e mictório.

Cabe ressaltar nessa etapa que os ambientes de estudo em questão apresentavam duas aberturas disponíveis para a passagem de ar, uma abertura de 0,50m de altura na fachada oeste, e uma abertura zenital. Estas estão localizadas em mesma face do edifício.

Em vista de a obra estar em fase de execução, e apresentar potencial para a proposta de uma segunda alternativa, foi proposto o estudo com vãos de aberturas na mesma face e em faces opostas da fachada, conforme mostra o diagrama de ventilação esperada na figura 1.

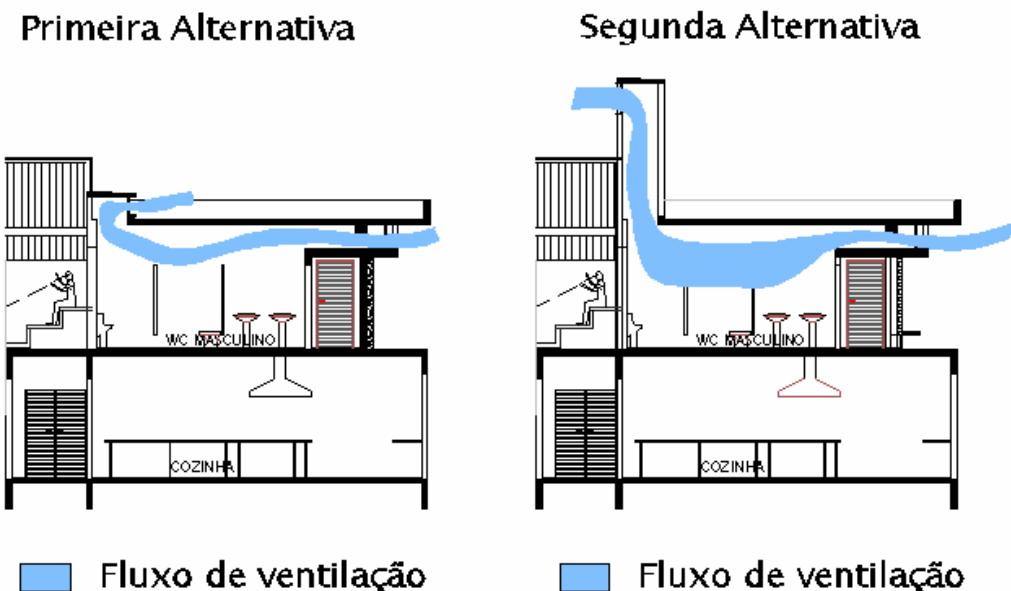


Figura 1: Diagrama de ventilação nas duas alternativas. (Fonte: RECH, 2005)

Estas duas alternativas foram consideradas como forma possível para todo o processo do método adotado.

A idéia de analisar a distribuição de ar no interior dos ambientes, através de modelo reduzido, surgiu com base em estudos de Olgay da década de 1960 (OLGYAY, 1998). O autor submeteu diversos tipos de ambientes a testes em túnel de vento. Assim, pôde-se observar a trajetória do ar e avaliar a interferência exercida por obstáculos internos, anteparos e marquises.

O tipo de simulação utilizada neste trabalho consistiu na utilização de fumaça, como forma de visualizar a trajetória do ar. Um trabalho semelhante foi publicado por Evans et all (2003), utilizando um túnel de vento para avaliar o impacto ambiental de edificações.

Em vista dos vestiários e sanitários possuírem as mesmas dimensões, e serem rebatidos em planta baixa, optou-se em reproduzir apenas uma seção, como mostra a figura 2.

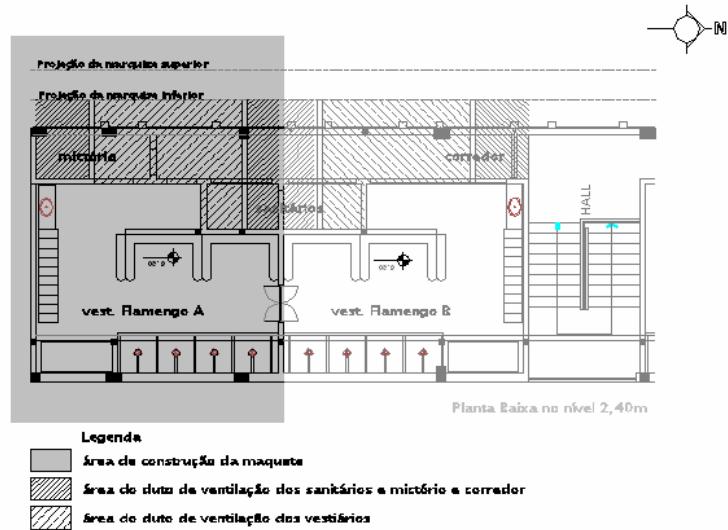


Figura 2: Área considerada para a construção da maquete. (Fonte: RECH, 2005)

Para uma boa legibilidade a maquete foi construída na escala 1:20, mesclando materiais como a madeira e o acrílico. A base e as paredes externas, leste e oeste, foram elaboradas de madeira pintada na cor preta, e as paredes laterais, assim como as partes que representavam as lajes, foram feitas de acrílico, proporcionando uma visibilidade no interior dos ambientes.

A maquete foi concebida de forma a permitir a representação das duas alternativas de aberturas. Logo, as partes com vãos das aberturas foram elaboradas com dispositivos móveis. As paredes também foram confeccionadas de modo a permitir a troca dos elementos e representar uma ou outra alternativa. Os encaixes das paredes leste e oeste foram feitos nos vincos da base e as paredes em acrílico foram fixadas com parafusos nas paredes de madeira, assegurando a rigidez. A figura 3 mostra as duas alternativas de abertura na maquete montada.

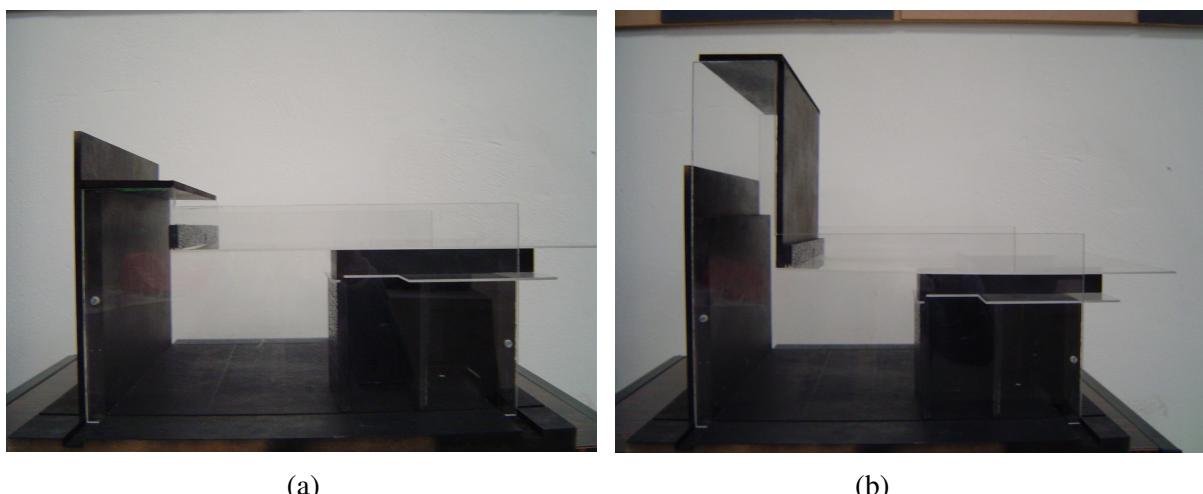


Figura 3: Maquete com as aberturas na mesma face (a) e em faces opostas (b). (Fonte: RECH, 2005)

2.1 SIMULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE AR

Os testes de simulação da distribuição de ar no ambiente, foram realizados no Laboratório de Conforto Ambiental do Campus 8 da Universidade de Caxias do Sul, com o auxílio de alguns equipamentos: uma máquina de fumaça modelo Fogger 50 Tecport; um ventilador modelo Super B40 Britânia, um anemômetro de ventoinha modelo AM-4202 Lutron, uma lâmpada fluorescente compacta e uma câmera e filmadora digital Cybershot 6.0 megapixels.

A figura 4 mostra o conjunto de equipamentos utilizados.



Figura 4: Equipamentos utilizados para simulação de distribuição de ar: (a) maquete, máquina de fumaça, ventilador, lâmpada fluorescente compacta e (b) anemômetro de ventoinha. (Fonte: RECH, 2005)

As simulações foram realizadas em duas etapas, primeiramente considerando a estação de inverno, onde se tem a direção dos ventos incidentes à 45° na fachada oeste, e posteriormente, a simulação da estação verão, onde se tem a incidência dos ventos também à 45° na fachada oposta, leste.

Para verificar a velocidade dos ventos, que incidem em média de 3,4m/s, foi utilizado o anemômetro, e assim pode-se posicionar o ventilador em distância adequada em relação à maquete, conforme mostra a figura 4(a). A velocidade de 3,4m/s é relativa à região da serra gaúcha, segundo dados do 8º Distrito de Meteorologia, e foi adotada para este trabalho porque a sede da *SEEF* se localiza no interior da cidade de Bento Gonçalves, em área descampada, não edificada.

O processo consistiu em introduzir fumaça no interior da maquete, e com o auxílio do ventilador ligado, simulando a direção e velocidade do vento, observar a trajetória da dissipação da fumaça, até o ambiente ficar translúcido como inicialmente. A lâmpada foi utilizada para melhor visibilidade da fumaça no interior da maquete.

Cabe relatar que não foi possível determinar a quantidade exata de fumaça inserida em cada teste, a verificação deste estudo foi feita visualmente.

No decorrer do processo de simulação foi constatada a necessidade de testar a presença de um anteparo próximo à abertura superior da primeira alternativa. Este recurso está presente em algumas bibliografias estudadas (FROTA e SCHIFFER, 1995; RIVERO, 1985; BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2005), como forma de criar uma alteração na pressão, positiva ou negativa, com a finalidade de induzir a entrada ou saída de fluxo de ar nas aberturas.

A situação com o anteparo também foi testada nas estações de inverno e verão, com duas alturas diferentes, de 1,80m e 3,00m. A figura 5 mostra a posição dos anteparos de 1,80 e 3,00m, respectivamente, colocados na maquete.

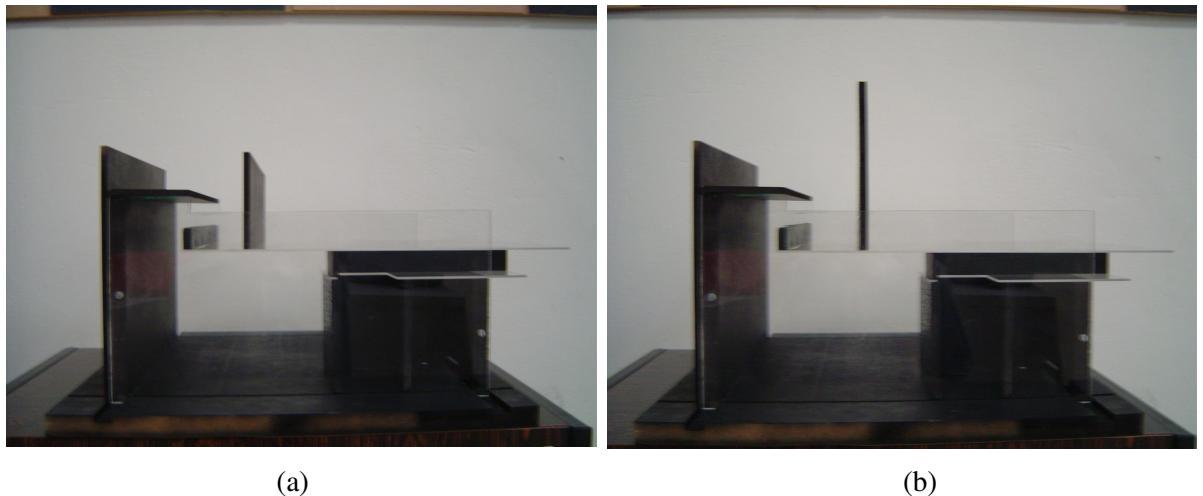


Figura 5: Maquete com duas alternativas de altura de anteparo: (a) 1,80m e (b) 3,00m. (Fonte: RECH, 2005)

O processo de simulação foi registrado através de vídeos e fotografia de uma câmera digital, durante as simulações.

3 RESULTADOS

3.1 ANÁLISE DA SIMULAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO DE AR

A análise dos testes de simulação de distribuição de ar nos ambientes, foi realizada através da observação da trajetória da fumaça, no interior da maquete, e contagem do tempo de dissipação. Todo o processo foi registrado em filmes digitais e analisados comparativamente nos segundos 0, 5, 10 e 15.

No total foram executados dez filmes, e desses foram extraídas quarenta fotos, as quais registram a trajetória do ar no interior da maquete.

A tabela 1 mostra o tempo de dissipação de todas as situações analisadas, onde são consideradas as diferentes alternativas de aberturas, bem como as diferentes direções de incidência dos ventos, por estação, e a presença dos anteparos.

Um dos resultados mais importantes da simulação foi a diminuição do tempo de dissipação com a colocação do anteparo, sem alterar o vão nem a posição da abertura. Esse resultado possui forte relação com as referências de (FROTA e SCHIFFER, 1995; RIVERO, 1985; BITTENCOURT e CÂNDIDO, 2005;), que afirmam que a colocação de um anteparo em aberturas unilaterais pode alterar de positiva para negativa as pressões que incidem na edificação pelo vento.

Pode-se também concluir que todos os testes com ventilação cruzada, considerados como a situação de segunda alternativa, apresentaram melhor desempenho em relação à ventilação unilateral. Salvo, os testes com a presença de anteparos, os quais demonstraram desempenho similar aos testes com a segunda alternativa.

Tabela 1: Tempo de Dissipação da Fumaça.

Situação	Estação do ano	Tempo de Dissipação (s)	Observação
1 ^a	Inverno	20	-----
1 ^a	verão	24	-----
1 ^a	Inverno	15	Anteparo 1,80m
1 ^a	Verão	22	Anteparo 1,80m
1 ^a	Inverno	17	Anteparo 3,00m
1 ^a	Verão	15	Anteparo 3,00m
2 ^a	Inverno	17	Vão de 1,00m de altura
2 ^a	Verão	13	Vão de 1,00m de altura
2 ^a	Inverno	14	Vão de 1,80m de altura
2 ^a	Verão	14	Vão de 1,80m de altura

Cabe relatar que para o efetivo resultado, em introduzir anteparos na edificação, deve-se também dimensioná-los corretamente para o funcionamento em ambas as direções e incidências do vento. Esta afirmação foi verificada na diferença de resultados de algumas das situações estudadas. Às figuras 6 e 7 mostram algumas das simulações realizadas com as aberturas na mesma face. A presença do anteparo (figuras 8 e 9), somente foi satisfatória na estação de inverno. O aumento da altura do anteparo resultou em um melhor resultado, quando comparados com os resultados apresentados nas figuras 6 e 7.

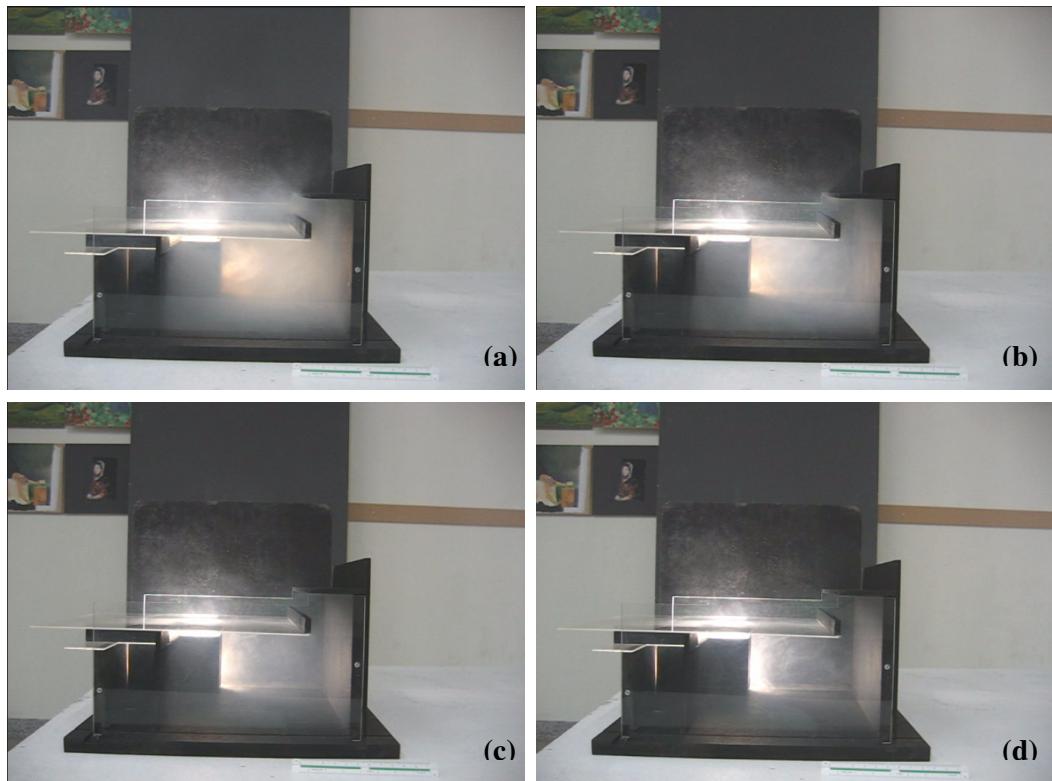


Figura 6: Simulação com as aberturas na mesma face na situação de inverno nos tempos de (a) 0, (b) 5, (c) 10 e (d) 15 segundos. (Fonte: RECH, 2005)

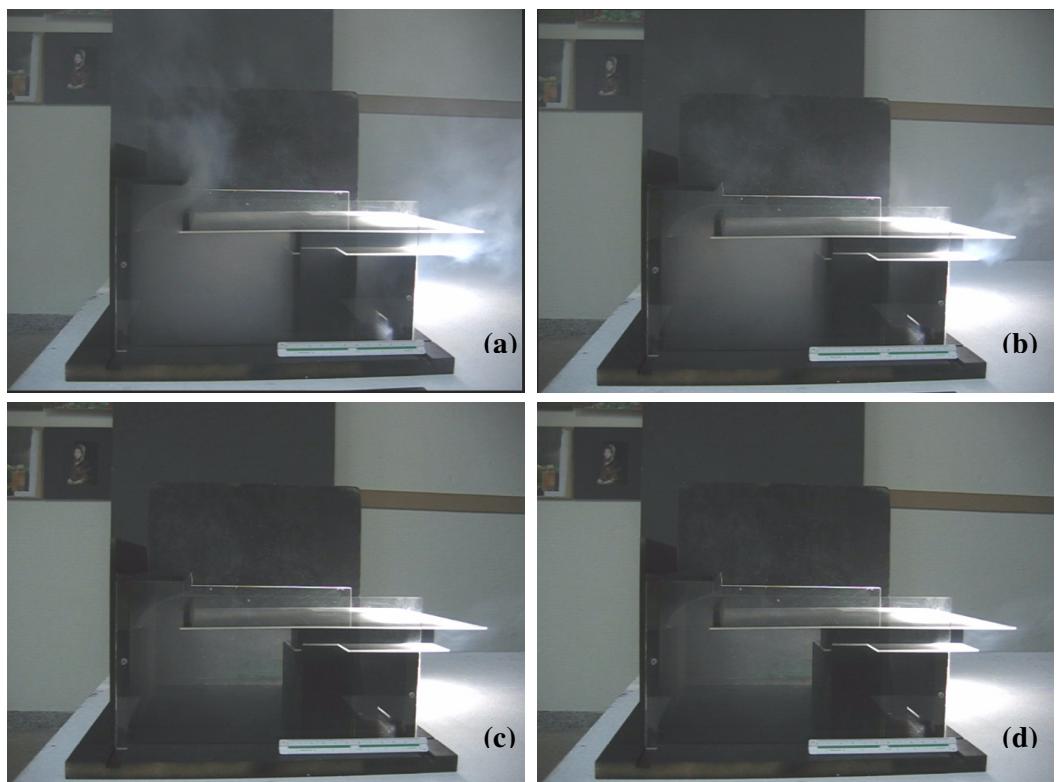


Figura 7: Simulação com as aberturas na mesma face na situação de verão nos tempos de (a) 0, (b) 5, (c) 10 e (d) 15 segundos. (Fonte: RECH, 2005)

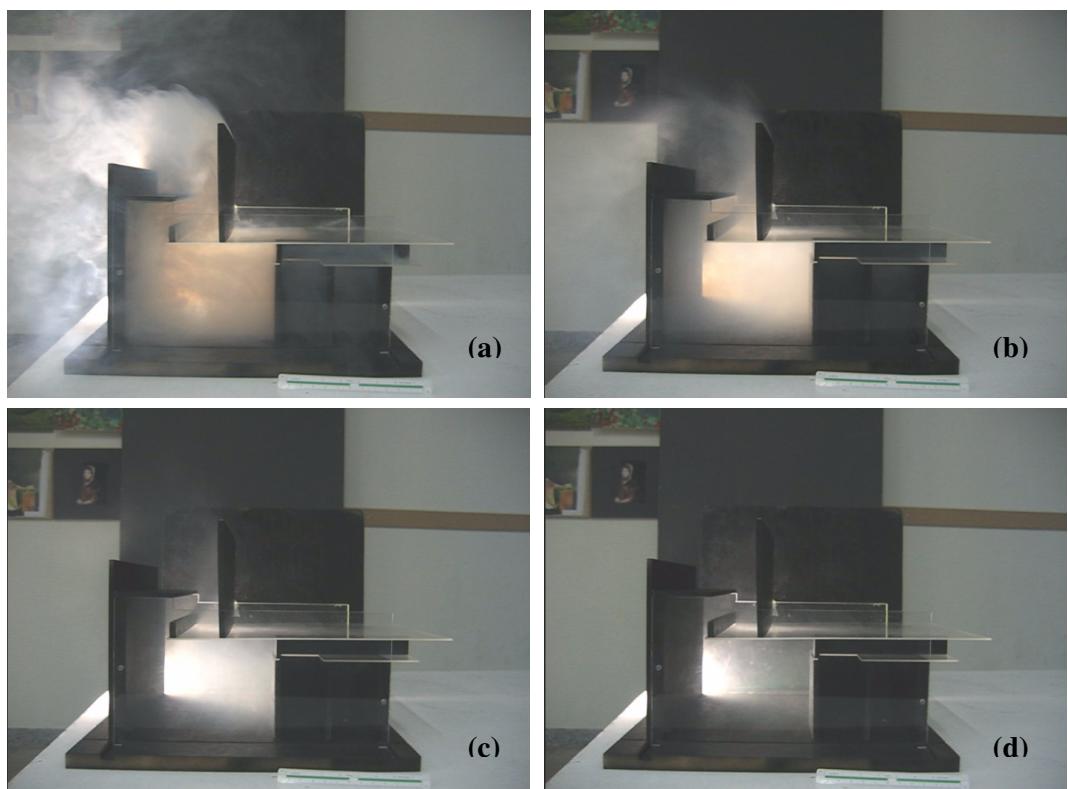


Figura 8: Simulação com as aberturas em faces opostas na situação de verão nos tempos de (a) 0, (b) 5, (c) 10 e (d) 15 segundos. (Fonte: RECH, 2005)

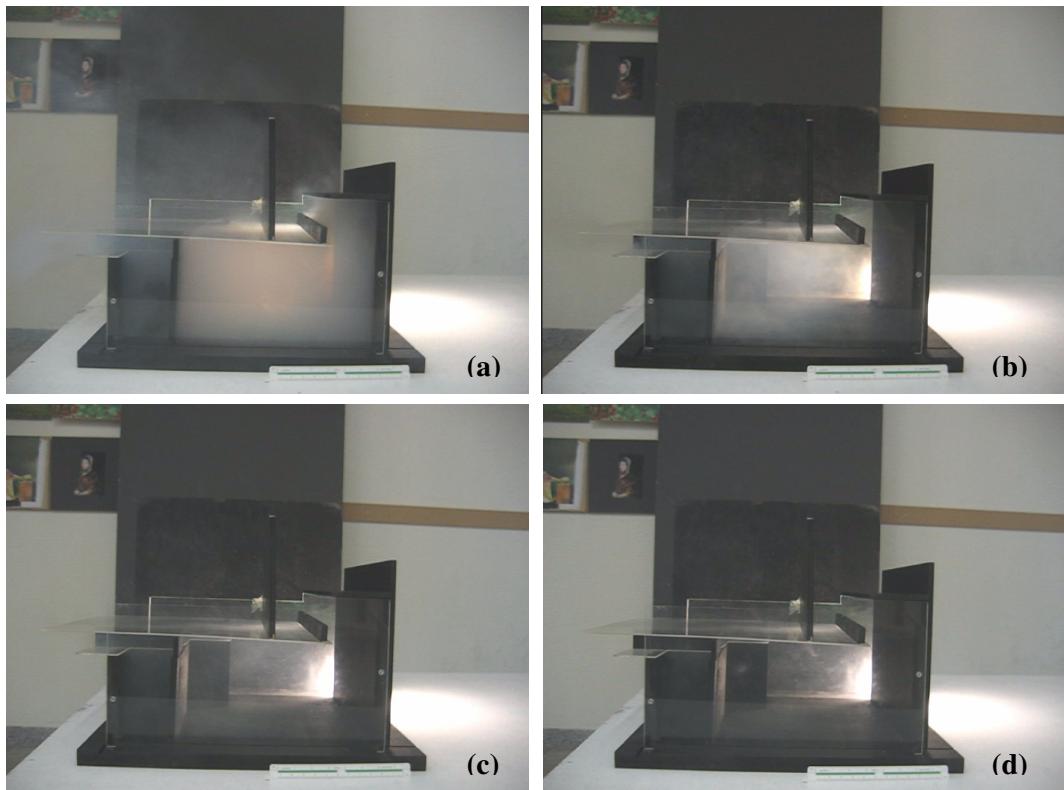


Figura 9: Simulação com as aberturas em faces opostas na situação de inverno nos tempos de (a) 0, (b) 5, (c) 10 e (d) 15 segundos. (Fonte: RECH, 2005)

3.2 Considerações sobre os resultados

A estimativa numérica do fluxo, mesmo apresentando resultados satisfatórios, deve ser investigada por método que permita uma análise de distribuição do ar. Devido às limitações de precisão dos métodos, é muito importante o cruzamento dos resultados, afim de melhor o desempenho da ventilação natural dos ambientes internos.

Assim, com o cruzamento dos resultados, pode-se concluir que para obter melhores desempenhos de ventilação natural, sempre que possível, o profissional Arquiteto deve optar pela ventilação cruzada, ou em paredes opostas do ambiente. Se os condicionantes do projeto não permitirem esta possibilidade, optar em criar situações de pressões positivas e negativas, a fim de garantir o desempenho das edificações.

4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- RIVERO, R; **Arquitetura e Clima: acondicionamento térmico natural.** Porto Alegre: D. C. Luzzatto Editores: Ed. Da Universidade, UFRGS, 1985.
- BITTENCOURT, L; CÂNDIDO, C; **Introdução à Ventilação Natural.** Maceió: EDUFAL, 2005.
- EVANS, John Martin; SCHILLER, Silvia de; LABEUR, Alejandro; DELBENE, Claudio; et al. **Relevancia de proyectos demostrativos de bajo impacto ambiental y gran eficiencia energética.** AMBIENTE CONSTRUÍDO: Conforto e Energia, Porto Alegre, V3 N2, p. 21-35, 2003.
- FROTA, A.; SCHIFFER, S. R. **Manual de Conforto Térmico.** São Paulo: Studio Nobel, 1995.
- OLGYAY, V. Arquitectura y clima. Barcelona: Editorial Gustavo Gilli, S.A., 1998.

RECH, V. C. **Ventilação natural em ambiente interno:** estudo para a Sociedade Esportiva Flamengo. 2005. 78 f. Monografia (Graduação em Arquitetura e Urbanismo) – Curso de Arquitetura e Urbanismo), Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2005.