



ENTAC2006

A CONSTRUÇÃO DO FUTURO XI Encontro Nacional de Tecnologia no Ambiente Construído | 23 a 25 de agosto | Florianópolis/SC

CARACTERIZAÇÃO DO MOVIMENTO DO AR EM UM PROTÓTIPO HABITACIONAL A PARTIR DE LEVANTAMENTO DE DADOS REAIS NO CAMPUS DA UNIVERSIDADE ESTADUAL DE LONDRINA

Jucélia Kuchla Vieira (1); Vanderli Marino Melem (2); Mirim Jerônimo Barbosa (3)

(1) Mestre em Engenharia de Edificações e Saneamento pela UEL – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: juceliakv@bol.com.br

(2) Departamento de Estatística e Matemática Aplicada – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: vanderli@uel.br

(3) Departamento de Construção Civil – Universidade Estadual de Londrina, Brasil – e-mail: mjb@uel.br

RESUMO

O presente trabalho trata da ventilação natural sob aspectos determinados a partir de medições locais no Campus da Universidade Estadual de Londrina (UEL). O foco se concentra no levantamento de dados de velocidade e direção do fluxo de ar no interior e exterior da edificação estudada. O monitoramento foi realizado em um protótipo de edificação residencial de padrão popular desenvolvido para experimentos, cuja caracterização térmica foi projetada em conformidade com as recomendações da NBR 15220-3/2005. Seu sistema construtivo é alvenaria estrutural de blocos cerâmicos com espessura de 13,5 cm. Os dados de velocidade do movimento de ar foram coletados com o equipamento termo-anemômetro e os de direção através de fitas plásticas colocadas nas aberturas, em 10 dias escolhidos aleatoriamente na estação de verão (27 e 28 de janeiro, 02, 05, 12 e 17 de fevereiro e 02, 08, 10 e 15 de março de 2004), sendo que neste período o protótipo permaneceu com suas portas e janelas abertas das 9 às 17 horas. Os dados foram tratados estatisticamente, chegando-se à conclusão de que a velocidade média do ar no interior da edificação cai em torno de 50% do valor da velocidade média do ar encontrado no exterior. Com base nos dados de direção do movimento do ar coletados pode-se afirmar que existe uma direção predominante no exterior do protótipo, o que não ocorre no interior do mesmo.

Palavras-chave: movimento do ar; ventilação natural; monitoramento de ventilação.

ABSTRACT

The present article talk about natural ventilation under aspects determined from local measurements in the Campus at Londrina State University (UEL). The focus is concentrated in basis survey of speed and direction of air movement in interior and exterior of the studing edification. The monitoring was carried out in a prototype of residential building which have a popular pattern desenvolved to experiment and was projected in accordance with NBR 15220-3/2005. The constructive system is masonry of ceramic blocks with 13,5 cm thickness. Data from the air movement speed were given with the therm-anemometer appliance and data from the air movement direction were given through observation of the plastic tapes fixed over the openings, on 10 days chosen in the summer (January 27th and 28th, February 02nd, 05th, 12th e 17th and March 02nd, 08th, 10th and 15th of 2004). During this period the prototype remained with their doors and windows opened from 9 a.m. to 5 p.m. Therefore, based in these data, the air movement mean speed finded inside the prototype was 50% less than outside. The air movement direction showed a predominant direction outside of the prototype and this didn't happen inside.

Keywords: air movement; natural ventilation; monitoring ventilation.

1 INTRODUÇÃO

Hoje a arte de construir parece ter perdido seus princípios, tais como, a necessidade de aquecer e proteger, sendo ao mesmo tempo funcional, apresentando, portanto, cuidados acústicos, lumínicos, térmicos e higiênicos, economizando desta forma energia e, ainda, conseguindo estampar no ambiente a imagem de quem nele vivia (DRACH e KARAM Filho, 2004).

Com base neste contexto passou-se a desenvolver trabalhos para a geração de conforto, preocupando-se com a preservação do meio ambiente.

O Novo Código de Ética da Engenharia, da Arquitetura, da Geologia, da Geografia e da Meteorologia, que entrou em vigor no dia 1º de agosto de 2003, coloca como deveres no exercício da profissão ante ao meio ambiente o uso de preceitos do desenvolvimento sustentável, o atendimento aos princípios de conservação de energia e de minimização dos impactos ambientais e a consideração de projetos e serviços com diretrizes e disposições concernentes à preservação e ao desenvolvimento do patrimônio sócio-cultural e ambiental (PUSCH, 2004).

A ventilação natural tem se apresentado como um fator importante para o desempenho térmico satisfatório de edificações, principalmente em climas quentes, sendo função dos profissionais de arquitetura e engenharia projetarem de maneira adequada às aberturas das edificações (BITTENCOURT; LOBO, 1999). Em ambientes naturalmente ventilados o desempenho térmico vai estar diretamente relacionado às trocas de ar e as características do ambiente construído (DRACH e KARAM Filho, 2004).

Apesar de sua importância para a obtenção de conforto térmico, os trabalhos científicos de monitoramento da direção e da velocidade do movimento do ar no interior e no entorno de edificações encontram-se escassos.

1.1 Ventilação natural

A ventilação é o processo de fornecimento e remoção de ar de espaços ocupados por meios mecânicos ou naturais. O objetivo da ventilação é fornecer ar fresco e remover agentes contaminantes a fim de proporcionar um ambiente mais confortável, com ar de boa qualidade (GIVONI, 1976; HEISELBERG, 1996; ALLARD, GHIAUS e MANSOURI, 2003). Isto é o que se pode denominar “ventilação saudável”, devendo esta ser utilizada para qualquer condição climática (GIVONI, 1976).

Ventilação natural é o deslocamento do ar em um edifício com aberturas funcionando como pontos de entrada ou saída (FROTA e SCHIFFER, 2001). Este tipo de ventilação é necessário o ano todo sendo, segundo Lamberts, Ghisi e Papst (2000), suas principais funções:

- Manter o ambiente livre de impurezas e odores indesejáveis, além de fornecer O₂ e reduzir a concentração de CO₂;
- Remover o excesso de calor acumulado no interior, produzido por pessoas ou fontes;
- Resfriar a estrutura do edifício e seus componentes;
- Facilitar as trocas térmicas do corpo humano com o meio;
- Remover o excesso de vapor d'água existente no ar interno evitando a condensação superficial.

De acordo com Allard, Ghiaus e Mansouri (2003), a ventilação é essencial para se manter níveis aceitáveis de qualidade no ar respirado e para remover todo tipo de poluentes, umidade e odores gerados nos edifícios, garantindo condições de saúde.

Segundo Givoni (1976), a ventilação interna nas edificações é um dos principais determinantes da saúde humana, do conforto e bem estar. Esta tem uma ação direta sobre o corpo humano, através do efeito fisiológico do movimento do ar, e uma ação indireta, através de sua influência na temperatura e

umidade no interior e estrutura da edificação.

A ventilação natural é uma das estratégias bioclimáticas para edifícios, apresentadas pela carta de Givoni criada em 1969. Esta estratégia é recomendada para melhorar a sensação térmica quando a temperatura e umidade no interior da edificação forem, respectivamente, maiores que 29°C e 80% (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004).

Ao contrário da ventilação para efeito de saúde, a ventilação para conforto térmico depende das particularidades da temperatura e da pressão de vapor no entorno das edificações. Quando altas taxas de escoamento estão envolvidas, o modelo da distribuição da velocidade do fluxo de ar não é homogêneo, e notadamente há variações desta sobre os espaços da edificação. Por esta razão, a ventilação deve sempre ser especificada em termos de velocidade do ar, preferivelmente que em termos de trocas de ar que ocorrem no ambiente, já que não há uma relação direta entre a quantidade de escoamento de ar e sua velocidade (GIVONI, 1976). A relação entre a taxa de escoamento e a velocidade do ar dependem também da geometria do espaço e da localização das aberturas (GIVONI, 1976; TOLEDO e PEREIRA, 2005).

As características das estratégias de ventilação podem ser determinadas pelos seus objetivos, pelos meios a serem usados e pela maneira como eles são controlados (ROULET apud ALLARD, GHIAUS e MANSOURI, 2003).

A ventilação natural ocorre devido a diferenças de pressão causada pelo vento (ventilação cruzada) ou por diferença de temperatura (ventilação pelo efeito chaminé) que provocam o deslocamento do ar. A ventilação natural por diferença de temperatura baseia-se na diferença de temperaturas do ar no interior e no exterior da edificação provocando um deslocamento de massa da zona de maior pressão para a zona de menor pressão. Se existirem aberturas com alturas diferentes ocorrerá uma circulação de ar da abertura inferior para a superior que é chamada de efeito chaminé. Quanto maiores forem as diferenças entre as temperaturas, a diferença entre a altura de entrada e de saída de ar e do tamanho destas aberturas, mais forte será este efeito (LAMBERTS, GHISI e PAPST, 2000; HERTZ, 2003).

O efeito chaminé não é muito eficiente em edificações térreas e não deve ser visto como a forma mais eficiente de conforto térmico em climas quentes, principalmente no verão, pois depende da diferença de temperatura do ar interior e exterior. Para estes casos deve-se dar maior importância para a ventilação dos ambientes por efeito do vento (ação dos ventos) (LAMBERTS, GHISI e PAPST, 2000).

Para a ventilação natural por diferença de pressão causada pelo vento é necessário que os ambientes sejam cruzados transversalmente pelo fluxo de ar, este efeito é chamado de ventilação cruzada (LAMBERTS, GHISI e PAPST, 2000). Como a ventilação cruzada faz com que a temperatura interna acompanhe a variação de temperatura externa, esta não é recomendada para temperaturas externas superiores a 32°C, pois os ganhos de calor por convecção tornam esta estratégia indesejável (LAMBERTS, DUTRA e PEREIRA, 2004). É importante aproveitar a área de alta pressão como entrada do fluxo de ar e localizar a área de baixa pressão no lado oposto do edifício para sugar o ar mais quente que sairá pelo efeito de pressão dos ventos (HERTZ, 2003).

De acordo com Frota e Schiffer (2001), obstáculos produzidos por edificações, muros ou vegetação podem inverter o sentido do fluxo de ar no interior das edificações, modificando as pressões sobre as superfícies externas.

Existem vários métodos para o dimensionamento das aberturas que em geral levam em consideração dados do clima, da situação e localização, da vizinhança e fatores do edifício como forma, orientação e tipologia. Estes métodos baseiam-se na área da parede externa como, por exemplo, o Método de Mahoney, na relação de áreas de abertura de entrada e saída ou na área do piso (TOLEDO, 1999a).

Segundo Toledo (1999b), a bibliografia sobre a ventilação natural se acha dispersa em publicações

científicas ou tecnológicas de diferentes naturezas, algumas de circulação restrita aos especialistas. Enquanto encontram-se facilmente livros escritos em inglês, francês, alemão ou russo, que condensam os estudos teóricos e experimentais sobre a ventilação mecânica e expõem os métodos de cálculo das instalações e a técnica de seleção de equipamentos.

A ventilação natural pode ser uma estratégia importante para conseguir a redução do consumo de energia elétrica em regiões de clima tropical no Brasil, pois nestas há uma significativa parcela de consumo de energia despendida com a utilização de sistemas mecânicos de climatização (CASTRO, BASTOS e VIRGONE, 2004).

De acordo com Axley e Emmerich (2002), o resfriamento de residências através da abertura de portas e janelas é uma estratégia indígena familiar para todos os climas, na qual faz-se o pré-resfriamento da residência durante a noite para resolver antecipadamente as condições de desconforto durante o dia.

1.2 Caracterização do movimento do ar em Londrina - PR

Com base em dados cedidos pelo IAPAR (Instituto Agrônomo do Paraná) coletados na estação da cidade de Londrina, com latitude 23,22 S, longitude 51,10 W e altitude 585m, pode-se afirmar que as direções predominantes do movimento do ar para Londrina são a L (leste), seguida de NE (nordeste) e de SE (sudeste), como mostram os dados anuais de 1977 a 2004 (tabela 1).

Tabela 1: Resumo dos dados do movimento do ar de 1977 a 2004.

	Km	MEDIA	PICO	MAX	% DE HORAS NAS DIRECOES							
MES	ACUMUL.	m/s	DIR.	m/s	N	NE	L	SE	S	SO	O	NO
JAN	6486.3	2.4	SE	33.3	7	20	27	14	4	7	9	7
FEV	5498.2	2.3	O	30.0	7	20	24	15	5	9	10	7
MAR	5984.1	2.2	NE	29.8	5	16	29	18	5	9	9	5
ABR	5883.0	2.3	SO	23.0	5	15	29	18	6	10	9	4
MAI	5609.1	2.1	SO	25.7	6	17	21	17	5	14	12	5
JUN	5229.4	2.0	SO	26.0	8	20	19	14	5	13	13	6
JUL	6260.2	2.3	SO	50.0	8	19	22	14	4	12	12	7
AGO	6458.6	2.4	O	33.7	7	18	24	17	5	12	11	5
SET	7244.5	2.8	NO	28.7	6	17	32	16	5	10	8	4
OUT	7520.1	2.8	O	39.6	6	16	33	16	5	9	8	5
NOV	7198.9	2.8	S	34.4	7	17	32	14	5	9	9	5
DEZ	6853.0	2.6	N	30.5	8	20	29	12	4	8	10	7

Fonte: Dados fornecidos pelo IAPAR.

Na realização do estudo sobre o efeito da ventilação no desempenho térmico deste mesmo protótipo de blocos cerâmicos situado em Londrina, Sassaki et al (2001), também citam que a direção predominante do vento na região é a leste (L).

2 OBJETIVO

O objetivo deste artigo é traçar o perfil do movimento do ar ao nível do solo através do monitoramento em um protótipo (edificação térrea) construído no Campus da Universidade Estadual de Londrina.

3 METODOLOGIA

3.1 Estudo de caso

Edificação de Blocos Cerâmicos (figuras 2 a 5): apresenta uma área de construção de 48,82 m². O sistema construtivo utilizado foi alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, desenvolvido por Cardoso (1996), com espessura de 13,5 cm (figura 1).



Figura 1: Blocos cerâmicos.

A cobertura é formada por telhas cerâmicas do tipo romana em duas águas, sem pintura, e laje pré-moldada de 8 cm de espessura. Esta edificação possui aberturas em todas as orientações, sendo a maioria das janelas de abrir e compostas por dois elementos de fechamento, vidro com moldura de madeira na parte interna e madeira na parte externa e as áreas úmidas apresentam janelas basculantes de ferro e vidro. As portas, tanto internas quanto externas, são de madeira. A área total de aberturas corresponde a 20,38 % da área do piso, sendo esta área calculada considerando-se todas as portas e janelas abertas.

Esta edificação trata-se de um protótipo habitacional para experimentos, cuja caracterização térmica foi projetada em conformidade com as recomendações da NBR 15220-3/2005 - “Desempenho térmico de edificações - Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social”, em vigor a partir de 30 de maio de 2005 (ABNT, 2005).



Figura 2: Elevação sul.



Figura 3: Elevação leste.



Figura 4: Elevação norte.



Figura 5: Elevação oeste.

3.2 Equipamento utilizado

Para o monitoramento foram utilizados dois equipamentos termo-anemômetro digital de fio quente. Este aparelho mede a velocidade do ar em uma escala de 0,00 a 30,00 m/s, com precisão de 0,015 m/s.

3.3 Método

A edificação, objeto do estudo, foi monitorada quanto à direção (norte, noroeste, oeste, sudoeste, sul, sudeste, leste e nordeste) e velocidade do ar (em m/s) interno e externo, nos dias 27 e 28 de janeiro, 02, 05, 12 e 17 de fevereiro e 02, 08, 10 e 15 de março de 2004. A coleta de dados de ventilação ocorreu entre 9 e 17 horas dos dias mencionados.

Para a realização da pesquisa foi necessária a elaboração de um método de monitoramento. Este método, que será descrito a seguir, contou com o auxílio de alunos de graduação em engenharia civil da Universidade Estadual de Londrina, colaboradores da pesquisa. Após a elaboração do método, os colaboradores foram treinados para a coleta dos dados e, em seguida, realizou-se um monitoramento piloto para a verificação de sua viabilidade.

A realização do monitoramento no protótipo foi feita através dos seguintes passos:

- Os dados de direção e velocidade do ar foram coletados durante 10 dias, escolhidos aleatoriamente, da estação de verão do ano de 2004, das 9 às 17 horas, com intervalos de 60 minutos entre as medições. As informações sobre as direções foram registradas em planilhas elaboradas pela autora com a finalidade de que cada colaborador conseguisse observar as aberturas integrantes da planilha simultaneamente, uma vez que a direção do movimento do ar muda freqüentemente;
- Coletaram-se os dados de velocidade do movimento do ar através do equipamento termo-anemômetro, com capacidade de leitura de 0 a 30 m/s em dois pontos, um interno e outro externo ao protótipo, sendo estas leituras feitas pelos colaboradores da pesquisa;
- Para a coleta dos dados de direção do movimento do ar foram utilizados elementos leves, fitas plásticas com 2 cm de largura e 1 m de comprimento, pendurados nos vãos das aberturas (figura 6);



Figura 6: Disposição das fitas plásticas.

- A figura 7 mostra a disposição dos colaboradores para o monitoramento de ventilação no protótipo. Os pontos quadrados representam os responsáveis pela coleta da velocidade do movimento do ar com o termo-anemômetro, sendo estes posicionados internamente no centro da sala de cada edificação e externamente no centro da fachada sul. A altura de coleta dos dados de velocidade do ar foi de 2 (dois) metros para todos os pontos, para que a presença dos colaboradores não interferisse no fluxo de ar, uma vez que a edificação foi considerada desabitada. Os pontos circulares representam as posições dos responsáveis pela verificação da direção do movimento do ar em cada abertura, através do movimento das fitas plásticas;

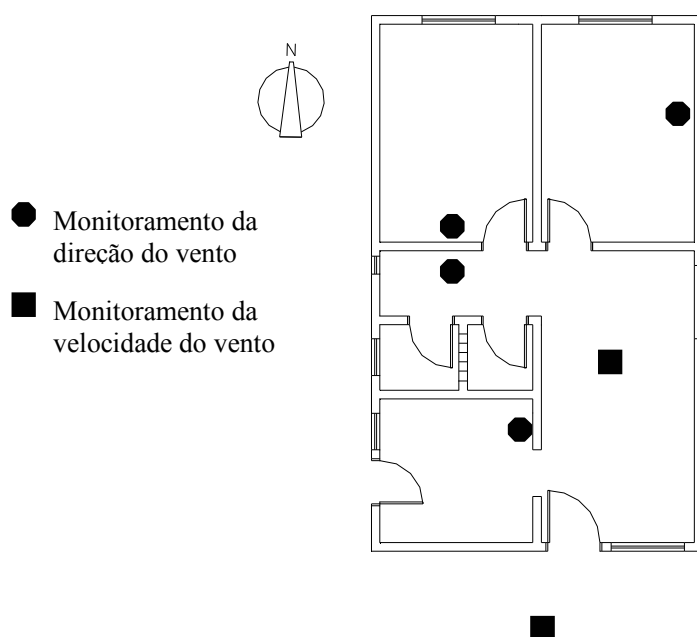


Figura 7: Planta e esquema do monitoramento de ventilação realizado no protótipo.

4 ANÁLISE DE RESULTADOS

4.1 Relação entre a velocidade interna e externa do protótipo

Pela análise de correlação entre as velocidades internas e externas da edificação monitorada observa-se uma baixa correlação linear entre as velocidades do vento interna e externa para o protótipo em um mesmo instante de tempo, sendo 0,06929, aproximadamente 7%, como pode ser constatado no gráfico de dispersão da figura 8.

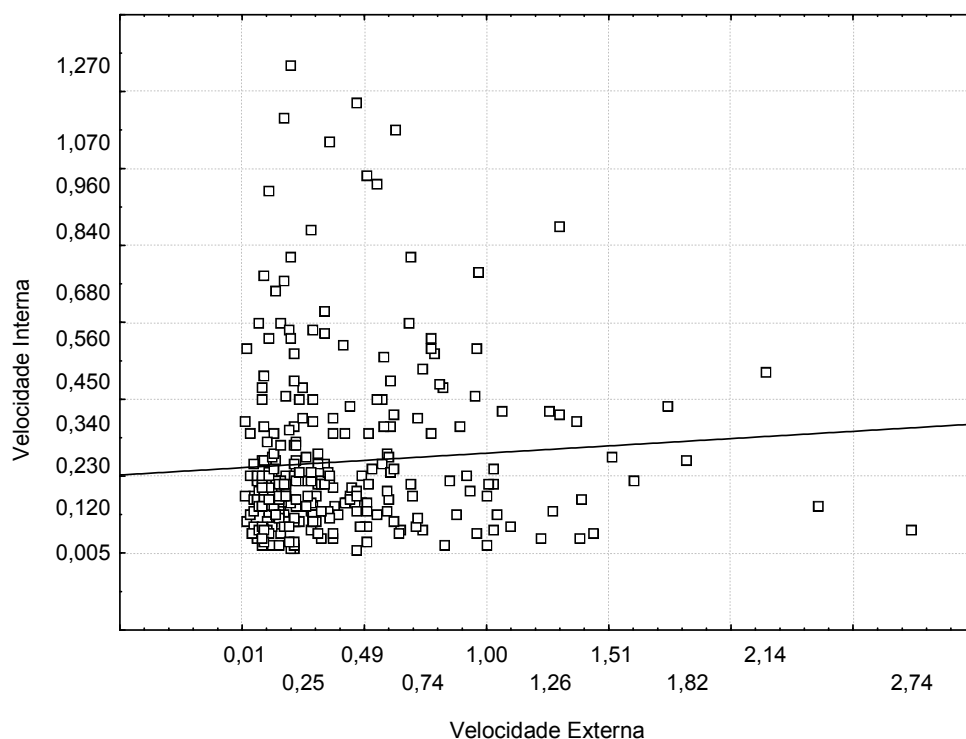


Figura 8: Gráfico de dispersão entre velocidade interna e externa do vento para o protótipo.

Comparando a média global interna ($I=0,2384$ m/s) com a média global externa ($E=0,4537$ m/s) das velocidades do movimento do ar no protótipo, pode-se afirmar que I corresponde a 52,5%% de E , ou seja, a velocidade média do ar no interior do protótipo cai aproximadamente 50% em relação à velocidade média externa.

4.2 Análise das direções do movimento do ar

Para visualizar o comportamento das direções internas e externas do movimento de ar no protótipo foi escolhido, aleatoriamente, o dia 05/02/2004 entre os dez dias de monitoramento, apresentando-se o resultado do monitoramento das 12:00 às 14:00 (ver figura 9).

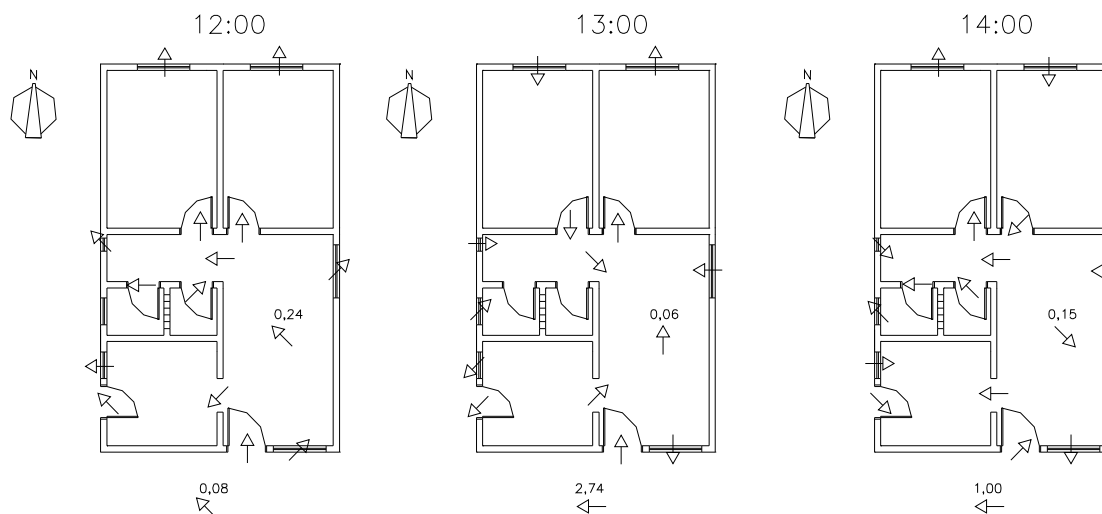


Figura 9: Direção do vento em cada abertura no protótipo para o dia 05/02/2005.

Analisando a direção do movimento do ar para o protótipo pode-se afirmar que o comportamento real observado mostra variações constantes que diferem do comportamento observado em estudos simulados, pois neste estudo real não é possível se ter um controle das variáveis envolvidas como ocorre em casos de simulação.

4.3 Contagem das direções existentes

Tabela 2: Relação das direções do movimento de ar nos pontos internos e externos do protótipo.

Protótipo	Externo								
Interno	O	S	SO	SE	L	N	NO	NE	Total
O	1			1	2			1	5
S	13	7	9	5	15	1	4	4	58
SO	2	2	1	3	2		1	3	14
SE	12	7	8	7	9	1	2	4	50
L	2	1	2	1	7		2	4	19
N	10	1	5	1	13	3	2	7	42
NO		2		1	3				6
NE	12	2	6	5	29	7	1	30	92
Total	52	22	31	24	80	12	12	53	286

Verifica-se pela tabela 2 que o vento predominante no ponto externo é o leste (L), já as direções predominantes internas variam para o protótipo, sendo predominantes as direções NE, S e SE.

5 REFERÊNCIAS

ALLARD, F.; GHIAUS, C.; MANSOURI, Y. Natural Ventilation for Health, Comfort and Energy Efficiency. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 7, 2003, Curitiba. *Anais...* Curitiba: ANTAC, 2003. p. 5-25.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 15220-3 - *Desempenho térmico de edificações - Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social*. 2005, 30 p.

AXLEY, J. W.; EMMERICH, S. J. *A Method to Assess the Suitability of a Climate for natural Ventilation of Commercial Buildings*. In: International Conference on indoor Air Quality and Climate,

9, 2002, Monterey, Califórnia. Anais... Monterey: NIST – National Institute of Standards and Technology, 2002. p. 854-859.

BITTENCOURT, L. S.; LOBO, D. G. A Influência da Localização das Aberturas na Ventilação Natural de Edificações Escolares. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 5. Fortaleza: ANTAC, 1999. *CDROM*

CARDOSO, Adauto Pereira. *Tecnologia da Cerâmica Vermelha do Norte do Paraná Aplicada a Produção de Componente para Alvenaria Estrutural*. São Carlos, 1996. Dissertação de mestrado – Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia de São Carlos.

CASTRO, Eduardo B. P. de; BASTOS, Leopoldo E. G.; VIRGONE, Joseph. *Aeolus MZ – Um Código Computacional para Predição da Ventilação Natural e Qualidade do ar nas Edificações*. In: Encontro Nacional de Tecnologia do ambiente Construído, 10, Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, 1, 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2004.

DRACH, P. R.; KARAM Filho, J. *Análise de Circulação de Ar em Ambientes Interiores Via Elementos Finitos*. In: Conferência Latino-americana de Construção Sustentável, 1, Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 5, 2004, São Paulo. Anais... São Paulo: ANTAC, 2004.

FROTA, Anésia Barros; SCHIFFER, Sueli Ramos. *Manual do Conforto Térmico*. 5. ed. São Paulo: Studio Nobel, 2001. 247 p.

GIVONI, Baruch. *Man, climate and architecture*. 2 ed. London: Applied Science Publishers, 1976. 175 p.

HEISELBERG, P. *Room Air and Contaminant Distribution in Mixing Ventilation*. ASHRAE Transactions, 1996. p. 332-339.

HERTZ, J. B. *Ecotécnicas em Arquitetura: Como Projetar nos Trópicos Úmidos do Brasil*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2003. 126 p.

LAMBERTS, Roberto; GHISI, Enedir; PAPST, Ana Lúcia. *Desempenho Térmico de Edificações*. Florianópolis, 2000. p. 41-46.

LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando Oscar Ruttkay. *Eficiência Energética na Arquitetura*. 2. ed. São Paulo: ProLivros, 2004. 192 p.

PUSCH, Jaime. *Ética e Responsabilidade Profissional*. Curitiba: CREA-PR, 2004.

SASAKI, M. M.; BARBOSA, M. J.; SAKAMOTO, J.; MOURA, J. D. M.; ZEBALLOS ADACHI, A. *O Efeito da Ventilação no Desempenho Térmico de um Protótipo de Unidade Habitacional de Blocos Cerâmicos*. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 6. São Pedro: ANTAC, 2001. *CDROM*

TOLEDO, Alexandre Márcio. Inadequação entre Geometria e Desempenho, nos Índices para Dimensionamento de Vãos e Aberturas para Ventilação Natural, a Partir da Área de Piso. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 5. Fortaleza: ANTAC, 1999a. *CDROM*

TOLEDO, A. M.; PEREIRA, F. O.R. *Avaliação da Ventilação Natural em Apartamentos: Parte II – Como a MAM-VN avalia*. In: Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído, 8. Maceió: ANTAC, 2005. *CDROM*

TOLEDO, Eustáquio. *Ventilação Natural em Edificações*. Maceió: Edufal, 1999b. 170 p.