

# MERCOFRIO 2000 - CONGRESSO DE AR CONDICIONADO, REFRIGERAÇÃO, AQUECIMENTO E VENTILAÇÃO DO MERCOSUL

## O COMPORTAMENTO DA VENTILAÇÃO NUM PROTÓTIPO DE UNIDADE HABITACIONAL DE BLOCOS CERÂMICOS

**Miriam M. Sasaki** – mier@uol.com.br

**Miriam J. Barbosa** – mjbs@sercomtel.com.br

Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Construção Civil

Cx. P. 6001 – 86055-900 – Londrina, PR, Brasil

***Resumo.** Analisando-se os resultados parciais de projeto de pesquisa em andamento na UEL, verificou-se a importância da taxa de ventilação no conforto térmico de uma edificação residencial unifamiliar. Este trabalho objetiva descobrir a influência desse parâmetro no conforto do ambiente construído, realizando-se um monitoramento em protótipo de unidade habitacional de blocos cerâmicos através de uma estação microclimática, equipamentos armazenadores de temperatura e umidade relativa, aparelho portátil de medição de velocidade do ar, elementos do tipo bolhas infláveis, ou elementos leves suspensos para identificação da direção do fluxo de ar. Com os resultados que serão obtidos, espera-se avaliar os métodos de cálculos existentes para a taxa de ventilação e sua possível adequação.*

***Palavras-chave:** Ventilação natural, Monitoramento, Taxa de ventilação*

### 1. INTRODUÇÃO

Analisando-se os resultados parciais do projeto de pesquisa desenvolvido pelo Departamento de Construção Civil que visa o aperfeiçoamento e desenvolvimento de novos métodos de avaliação de desempenho para subsidiar a elaboração e revisão de normas técnicas, verificou-se a importância da taxa de ventilação no conforto térmico de uma edificação residencial unifamiliar.

No projeto estão sendo estudados cinco sistemas construtivos de habitação popular: sistema tradicional em alvenaria de tijolos cerâmicos furados (casa tradicional); sistema com paredes de argamassa envolvendo uma chapa corrugada de cimento amianto (casa de fibrocimento); sistema com paredes monolíticas de concreto (casa de concreto); sistema de blocos cerâmicos estruturais (casa de blocos cerâmicos); e sistema tradicional em alvenaria, beneficiada com aberturas mais adequadas para ventilação, sombreamento nas aberturas, cobertura refletora e isolamento na laje de forro com camada de lã de vidro ou lã de rocha.

Para cada sistema construtivo, foram realizadas simulações no software COMFIE (Peuportier; Sommereux, 1992) para um ano inteiro com esquemas de ocupação referentes a cada estação do ano e a avaliação por 3 metodologias: Projeto de Normalização da UFSC (Lamberts, 1998), Critérios Mínimos de Desempenho para Habitações Térreas de Interesse Social (Akutsu, 1998) elaborado pelo IPT, e o Método das Horas de Desconforto (Barbosa, 1997). Pela análise dos resultados apresentados por cada unidade, concluiu-se que quanto maior a taxa de ventilação, melhor será o desempenho térmico da edificação, embora a relação entre a área de ventilação e a área de construção seja considerada como parâmetro para avaliação de desempenho térmico ou sugestão para projeto.

A existência de um protótipo em dimensões reais no Campus Universitário da UEL de uma habitação popular com área de 46,78m<sup>2</sup> no sistema construtivo de blocos cerâmicos estruturais, desenvolvido por Cardoso (1996) e a aquisição de um confortímetro (estação microclimática - BABUC) que coleta dados de parâmetros térmicos, viabilizaram a realização do monitoramento térmico, possibilitando o desenvolvimento deste trabalho.

O interesse no desenvolvimento deste está em verificar a correlação existente entre a velocidade do fluxo de ar interno em edificações residenciais unifamiliares com a sua área de aberturas, a taxa de ventilação e as temperaturas internas e externas; através do monitoramento da velocidade e do fluxo do deslocamento de ar interno e da determinação da direção predominante do fluxo interno no protótipo.

## 2. MONITORAMENTO

O monitoramento do protótipo foi iniciado no dia 17 de abril de 2000. Os resultados apresentados neste trabalho, referem-se aos dados coletados no período de 17 a 21 de abril de 2000. Os registros estão sendo feitos em 3 horários: 9h, 15h e 18h. Os dados coletados são de ventilação, temperatura e umidade.

A ventilação está sendo monitorada nos pontos especificados na fig. 1 e no abrigo externo, localizado nas proximidades do protótipo. Os equipamentos utilizados são: termoaquímetro portátil, fitas de papel de seda e bolhas infláveis como recursos para visualização da direção do fluxo de ar nos cômodos do protótipo. Para se definir as aberturas que permitiram a passagem do fluxo de ar, adotou-se como critério o conforto do usuário que pode controlar a abertura das janelas conforme sua necessidade, pois estas possuem 2 folhas de madeira e 2 folhas de vidro que proporcionam luminosidade e impedem ou não a ventilação no interior da edificação. Tal condição tem como objetivo simular a utilização natural da unidade habitacional.

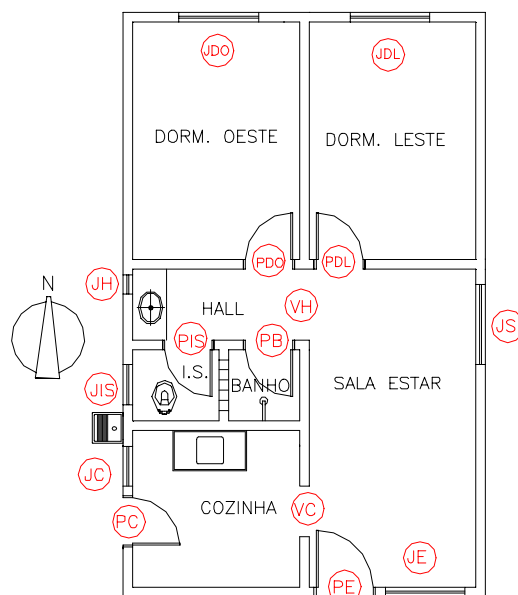


Figura 1 – Mapa dos pontos para tomada de dados de ventilação (velocidade e direção)

As temperaturas e umidades estão sendo coletadas através de equipamentos armazenadores, em pontos centrais nos quartos, na sala, na cozinha e no abrigo externo. Na sala, através da estação microclimática estão sendo coletados umidade relativa, temperatura de globo e temperatura de bulbo úmido e seco.

### **3. EQUIPAMENTOS UTILIZADOS**

#### **3.1. Estação microclimática**

A estação microclimática ou confortímetro do tipo BABUC/A de origem italiana, (ver fig. 2), possui sensores para registro e armazenamento de dados de: temperatura de bulbo seco, temperatura de bulbo úmido com e sem aspiração, temperatura de globo, umidade relativa e velocidade do vento, e calcula internamente índices térmicos como IBUTG e Temperatura de Ponto de Orvalho. Está instalado na sala pois esta é considerada como o cômodo principal, que controla a ventilação no interior da edificação.

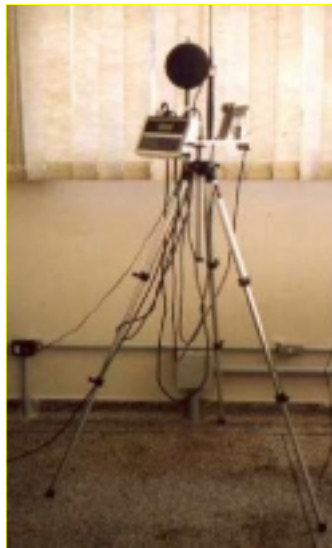


Figura 2 – Estação microclimática BABUC/A

#### **3.2. Armazenadores de temperatura e umidade relativa**

As pequenas dimensões (4 cm x 6 cm x 2 cm) do armazenador HOBO (ver fig. 3), facilitou a sua utilização no abrigo externo, na sala, na cozinha e nos dormitórios. Foram instalados no centro de cada cômodo, a uma altura do piso de 1,5m para melhor aquisição dos dados de temperatura e umidade relativa.



Figura 3 – Armazenador HOBO TEMP/RH

### 3.3. Termoanemômetro portátil

O termoanemômetro portátil possibilitou a obtenção da velocidade do ar em cada abertura e no ambiente externo. Com o sentido da ventilação definida pelas fitas, pode-se direcionar o termoanemômetro na posição correta para adquirir a velocidade naquele instante. Para a definição da direção do vento nas proximidades do abrigo externo, utilizou-se uma fita anexada a um bastão.

### 3.4. Elementos leves suspensos

Foram utilizadas fitas de papel de seda fixadas nas aberturas espaçadas a cada bloco cerâmico (7,5cm), com 2cm de largura e comprimento de 1m para janelas e de 1,5m para vãos e portas. A movimentação das fitas permitem a observação exata da orientação do fluxo de ar, em relação aos pontos cardeais (Norte, Nordeste, Leste, Sudeste, Sul, Sudoeste, Oeste e Noroeste).

### 3.5. Bolhas infláveis

A verificação do fluxo do ar na parte inferior dos maiores cômodos (sala, cozinha e dormitórios) é realizada por um conjunto de 5 bolhas infláveis em cada um deles. Cada cômodo é definido por uma cor diferente de conjunto de bolhas. No início da manhã, os conjuntos são dispostos no centro de cada cômodo (origem) e ao cair da tarde, são observadas suas localizações finais (destino).

## 4. DADOS COLETADOS

Os dados coletados de temperatura, umidade relativa e velocidade e direção do ar foram registrados em planilhas e estudados. Os resultados estão apresentados na fig. 4 e nas tab. 1 e tab. 2.

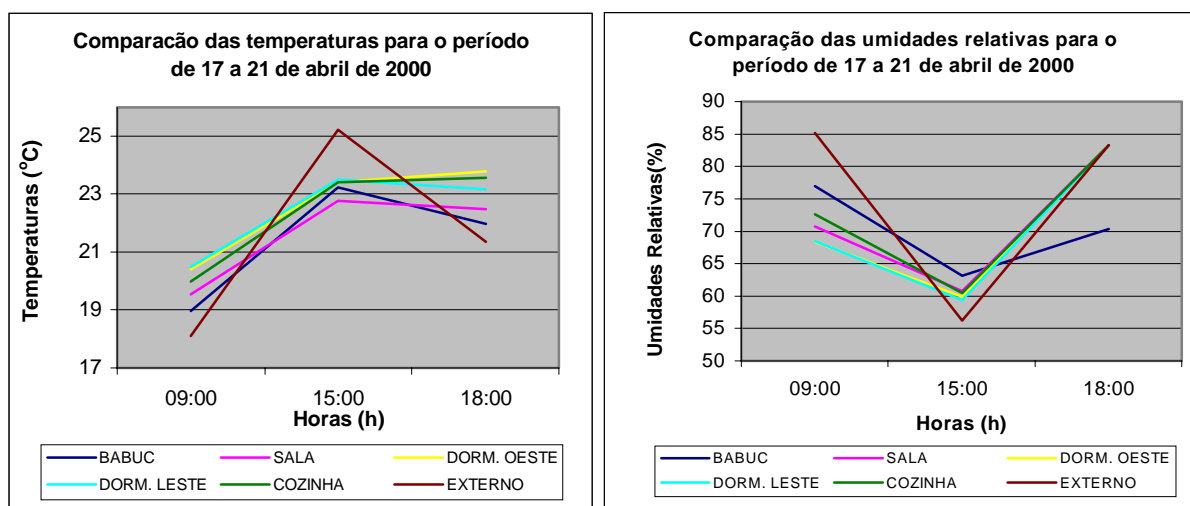


Figura 4 – Comparação das temperaturas e umidades relativas registradas no período de 17 a 21 de abril de 2000

Tabela 1 - Valores médios da velocidade do vento nas aberturas e maior frequência de sua direção

ABERTURA	HORA	MÉDIA 17 A 21/04/00			ABERTURA	HORA	MÉDIA 17 A 21/04/00		
		DIREÇÃO	VEL.(m/s)	VEL.MÉD. (m/s)			DIREÇÃO	VEL.(m/s)	VEL.MÉD. (m/s)
JC JANELA COZINHA	09:00	O	0,30	0,33	VH VÃO DO HALL	09:00	L	0,24	0,22
	15:00	L	0,42			15:00	L	0,27	
	18:00	L/O	0,26			18:00	NE	0,15	
PC PORTA DA COZINHA	09:00	-	0,08	0,10	JDO JANELA DO D. OESTE	09:00	N	0,29	0,44
	15:00	-	0,12			15:00	N	0,35	
	18:00	-	0,11			18:00	NE/NO	0,68	
VC VÃO DA COZINHA	09:00	O	0,15	0,22	PDO PORTA DO D. OESTE	09:00	N	0,27	0,24
	15:00	NE	0,38			15:00	SE	0,30	
	18:00	L/O	0,12			18:00	N	0,16	
PE PORTA DA ENTRADA	09:00	-	0,25	0,26	JH JANELA DO HALL	09:00	NE	0,63	0,56
	15:00	-	0,48			15:00	NE	0,76	
	18:00	N	0,05			18:00	NE	0,30	
JE JANELA ENTRADA	09:00	S	0,85	0,48	JIS JANELA DA INST. SANIT.	09:00	O	0,16	0,20
	15:00	N	0,42			15:00	O	0,27	
	18:00	N	0,18			18:00	O	0,16	
JS JANELA DA SALA	09:00	-	0,65	0,65	PIS PORTA DA INST. SANIT.	09:00	S	0,08	0,07
	15:00	NE	0,80			15:00	S	0,09	
	18:00	L/NE	0,50			18:00	S	0,05	
JDL JANELA DO D. LESTE	09:00	N	0,31	0,36	PB PORTA DO BANHO	09:00	SE	0,10	0,08
	15:00	N	0,50			15:00	SE/NE	0,12	
	18:00	N	0,28			18:00	SE	0,03	
PDL PORTA DO D. LESTE	09:00	N	0,25	0,32	AB ABRIGO MESOCLIMA	09:00	SE	1,18	0,86
	15:00	N	0,49			15:00	S	0,74	
	18:00	N	0,23			18:00	NE	0,66	

OBS: MÉDIAS DAS VELOCIDADES (m/s) POR CÔMODO: COZINHA 0,21  
SALA 0,46  
D. LESTE 0,34  
D.OESTE 0,34

Tabela 2 - Resumo do movimento das bolhas infláveis

MOVIMENTO DAS BOLHAS INFLÁVEIS									
Resumo do período de 17 a 21 de abril de 2000									
SALA		COZINHA		DORM. OESTE		DORM. LESTE		% permanência	
Destino	%	Destino	%	Destino	%	Destino	%		
sala	36	sala	8	sala	0	sala	4	sala	36
cozinha	4	cozinha	56	cozinha	0	cozinha	0	cozinha	56
d. oeste	4	d. oeste	0	d. oeste	100	d. oeste	8	d. oeste	100
d. leste	20	d. leste	0	d. leste	0	d. leste	84	d. leste	84
inst. san.	12	inst. san.	0	inst. san.	0	inst. san.	4	inst. san.	0
fora	24	fora	36	fora	0	fora	0	fora	0

## 5. CONCLUSÃO

Percebe-se pelo gráfico das temperaturas (fig. 4), que na sala ocorrem as temperaturas mais baixas. Nos quartos e na cozinha as temperaturas são mais altas. Correlacionando-se com a tabela de velocidades do ar, observa-se que é na sala onde ocorre a maior velocidade média, e nos quartos as velocidades médias são menores e equivalentes. Concluindo-se portanto, uma influência da velocidade do ar no resultado de temperaturas.

A umidade relativa normalmente se apresenta com seu valor mínimo no momento em que a temperatura é máxima e seus valores são muito semelhantes nos cômodos internos, percebendo-se uma diferença entre os valores internos e externo no período da manhã.

Analisando-se as orientações que a ventilação indica no interior do protótipo e no ambiente externo, conforme tab. 1, verifica-se que a direção do fluxo interno não acompanha a direção do fluxo externo. E no fluxo interno observa-se uma maior ocorrência da direção Norte seguida da direção Nordeste.

As velocidades máximas observadas foram: na janela do dormitório Oeste – 1,8m/s; na janela do hall - 1,7m/s; na porta de entrada – 1,6m/s; na janela da entrada – 1,6m/s; na janela da sala – 1,3m/s; no vão da cozinha – 1,3m/s; e no exterior – 1,8m/s. As ocorrências de velocidades máximas são geralmente na tomada das 15:00h.

Quanto às bolhas, apresentadas na tab. 2, a maioria permanece em seus cômodos de origem, ocorrendo um deslocamento das que têm origem na sala para fora do protótipo ou para o dormitório Leste. As que têm origem na cozinha, quando se deslocam é para fora do protótipo. As que têm origem no dormitório Leste, podem se deslocar para a direção Oeste. O deslocamento das bolhas infláveis confirma a predominância da direção do fluxo interno (Norte e Nordeste), e a exceção que se verifica no deslocamento da sala para o dormitório leste, cujo sentido é contrário ao predominante, deve-se ao momento em que se abre a porta da entrada da sala.

### *Agradecimentos*

À Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e à Caixa Econômica Federal (CEF) pelos recursos do projeto “Aperfeiçoamento e desenvolvimento de novos métodos de avaliação de desempenho, para subsidiar a elaboração e revisão de normas técnicas”, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela bolsa de pesquisa e ao Centro de Tecnologia e Urbanismo da Universidade Estadual de Londrina pela estrutura oferecida.

## 6. REFERÊNCIAS

- Akutsu, M. S.; Vitorino, F.; Pedroso, N. G. ; Carballeira, L.,1998, Critérios Mínimos de desempenho de habitações térreas unifamiliares, São Paulo, IPT, Conforto térmico, pp. 35-47.
- Barbosa, M. J., 1997, Uma metodologia para especificar e avaliar o desempenho térmico em edificações residências, Florianópolis, Dissertação de doutorado em engenharia de produção, Universidade Federal de Santa Catarina.
- Cardoso, A. P., 1996, Tecnologia de cerâmica vermelha do norte do Paraná aplicada na produção do componente para a alvenaria estrutural, São Carlos, Dissertação de mestrado, Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos.
- Lamberts, R., 1998, Desempenho térmico de edificações: procedimentos para avaliação de habitação de interesse social, Florianópolis, UFSC/FINEP. ( Relatório parcial do projeto: Normalização em Conforto Ambiental.)

Peuportier, B.; Sommereux, I. B., 1992, Comfie passive solar design tool for multizone buildings: user's manual, Paris, Centre d'Énergétique, Ecole de Mines de Paris.

## **VENTILATION PERFORMANCE IN A PROTOTYPE OF HOUSING UNIT OF CERAMIC BLOCKS**

**Abstract.** *We analyzed the partial results of the research project at Londrina State University and we verified the importance of the ventilation flow rate in the thermal comfort in the house buildings. The objective of this work is to define the influence of the parameter in the comfort of the environment. We've monitored a prototype of housing unit of ceramic blocks through microclimatic station, storing temperature and relative humidity equipments, portable measure equipment of air speed, elements like inflatable balloons, light suspended elements to identify the air flow direction. The research will help us evaluate the present methods to calculate the ventilation flow rate and its possible adequacy.*

**Keywords:** *Natural ventilation, Monitoring, Ventilation flow rate*