

## UTILIZAÇÃO DE EXPERIMENTOS DIDÁTICOS NO ENSINO DE CONFORTO AMBIENTAL PARA CONSTRUÇÕES AGRÍCOLAS

POUEY<sup>1</sup>, MARIA TEREZA.; VIANNA<sup>2</sup>, HUMBERTO D.; MADRUGA<sup>3</sup>, DANIEL F.;  
REDU<sup>2</sup>, RODRIGO N.;

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Civil, Arquiteta, Dr<sup>a</sup>, Prof<sup>a</sup>. Adjunta, Depto. de Engenharia Agrícola, Faculdade de Engenharia Agrícola - FEA / Universidade Federal de Pelotas, Pelotas - RS, Fone: (0XX53) 3275 7317; mtpouey@brturbo.com.br.

<sup>2</sup> Acadêmico de Engenharia Agrícola, Bolsista do Programa de Educação Tutorial - PET; <sup>3</sup> Eng<sup>o</sup> Agrícola - FEA / UFPel, Pelotas, RS.

Escrito para apresentação no  
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola  
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

**RESUMO:** O Laboratório de Conforto Ambiental -LACA- da Faculdade de Engenharia Agrícola - UFPel vem trabalhando numa proposta de incentivo e inovação nas aulas de laboratório da disciplina de Conforto Ambiental para Edificações Agrícolas através da montagem de experimentos didáticos. O objetivo é proporcionar ao aluno uma prática pedagógica inovadora que complemente os conceitos apresentados, de forma teórica, em sala de aula, despertando seu interesse pelos estudos de conforto térmico. Neste trabalho, é relatado um experimento que consiste na montagem e avaliação de uma maquete que possibilita visualizar fluxos de ventilação através do movimento de bolinhas de isopor, registrado fotograficamente e, posteriormente, analisado. A ventilação foi um dos temas abordados devido à sua importância no ato de projetar, pois é através dela que se realizam trocas térmicas e higiênicas, influenciando as condições de conforto. A simulação do vento natural é feita por pequenos ventiladores acoplados a motores elétricos que permitem diferentes orientações em relação às fachadas. O conjunto de fotografias de cada simulação permitiu visualizar os fluxos de ventilação no interior da maquete, constatando-se, assim, que o objetivo didático foi atingido, no entanto, o modelo deve ser otimizado, possibilitando a mobilidade das divisões internas e o controle da velocidade do ar.

**PALAVRAS-CHAVE:** experimento didático; fluxos de ventilação; maquete

### DIDACTIC EXPERIMENTS USE IN TEACHING ENVIRONMENTAL COMFORT FOR AGRICULTURAL BUILDINGS

**ABSTRACT:** The Environmental Comfort Laboratory – LACA - of the Agricultural Engineering Faculty – UFPEL - has been working on a proposal of incentive and innovation in the environmental comfort for Agricultural buildings in lab classes by assembling didactic experiments. The aim is to give the students access to an innovative educational practice that improve the presented concepts, in a theoretical way, in class, arousing their interest in thermic comfort studies. In this work is given an account of an experiment that consists of the assembly and evaluation of a model which makes possible to visualize ventilation flows based on polystyrene little balls movement, with photographic register, analyzed later. The flow was one of the approached themes due its importance for the act of projecting, since it is through this that thermic and hygienic exchanges happen, influencing the comfort conditions. The natural simulation is done through small fans attached to electric motors that permit different orientations in relation to the fronts. The collection of photos of each simulation permitted a view of the ventilation flows inside the model. Based on this, we could see that, even though the didactic aim was reached, the model must be improved in order to make the mobility of internal compartments and the air speed control possible.

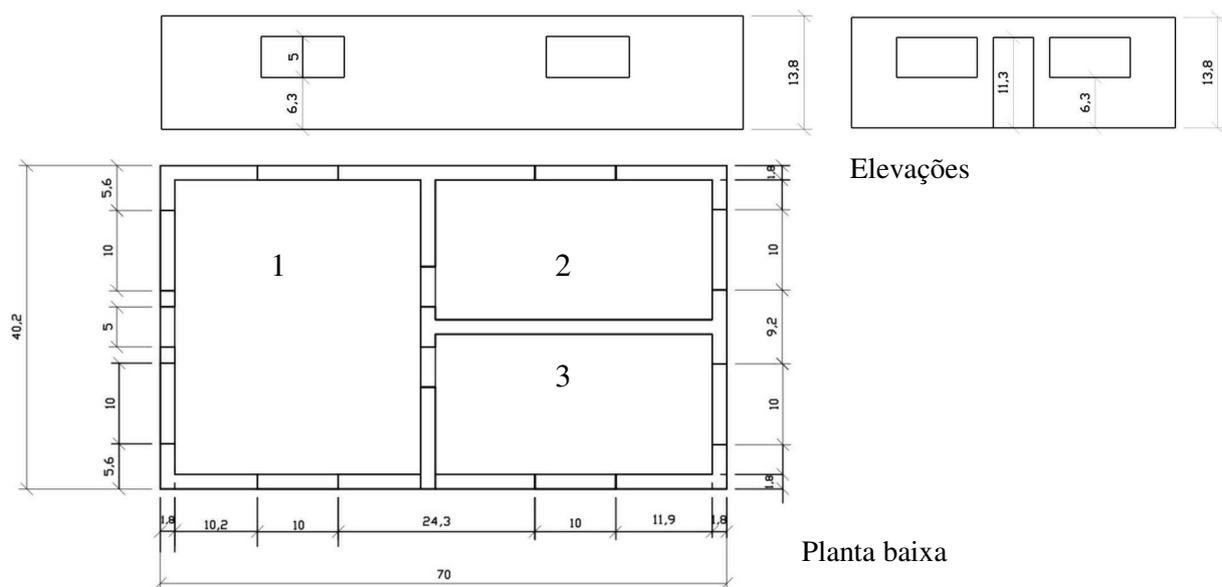
**KEYWORDS:** didactic experiments, ventilation flows, model

**INTRODUÇÃO:** O conforto higro-térmico em ambientes fechados depende dos processos de troca de calor e de massa que se verificam entre a envoltória do ambiente e o espaço externo, seja através dos materiais de construção ou através dos vãos (ventilação). A ventilação é um importante fator a ser considerado nos projetos de edificações, pois, através dela, se realizam as trocas térmicas e de renovação de ar do ambiente, influenciando nas suas condições de conforto térmico e de higiene.

Na região sul do Brasil, devido ao seu clima sub-tropical, verifica-se uma grande diferença entre as temperaturas registradas no inverno e no verão. Assim, no inverno, busca-se somente a renovação de ar para fins higiênicos, enquanto no verão, busca-se também a redução da temperatura do ar interno, que, em geral, encontra-se acima da zona de termoneutralidade. Isto indica que o projeto de ventilação deve atender ambas as demandas, já que a primeira tem caráter permanente e devem ser satisfeita em qualquer época do ano, enquanto a segunda só importa quando o micro clima interno é quente e o ar exterior tem uma temperatura menor que a do interior (RIVERO, 1985).

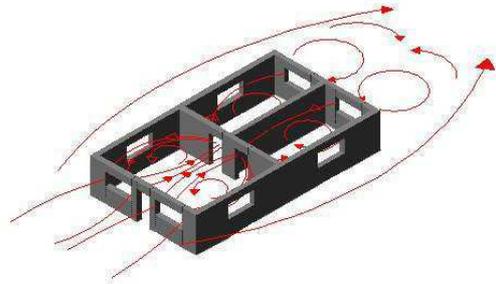
O entendimento teórico destes fenômenos físicos é fundamental no processo ensino-aprendizagem e, neste sentido, o Laboratório de Conforto Ambiental - LACA - da Faculdade de Engenharia Agrícola da UFPel vem desenvolvendo uma série de pequenos experimentos, com fins didáticos, utilizados no ensino de conforto ambiental para edificações agrícolas, cujo objetivo é proporcionar uma prática pedagógica que possibilite aos alunos observar, medir, testar e analisar resultados obtidos de forma experimental. A idéia do experimento didático, cuja execução e avaliação são apresentadas neste trabalho, foi proposta por Silva Jr. e Labaki (2001).

**MATERIAIS E MÉTODOS:** É relatado um experimento que consiste na montagem e avaliação de uma maquete que possibilita visualizar fluxos de ventilação nos ambientes interno, através de sua cobertura transparente e do movimento de bolinhas de isopor soltas ao piso. Também foram dispostas cortinas nas janelas com intenção de verificar o efeito da ventilação cruzada. A maquete foi construída com chapas de madeira com dimensões de 70 cm de comprimento por 35 cm de largura (Figura 1), com divisões internas e várias aberturas. A simulação do vento natural é feita por pequenos ventiladores acoplados a motores elétricos instalados sobre bases móveis que permitem diferentes orientações em relação às fachadas.



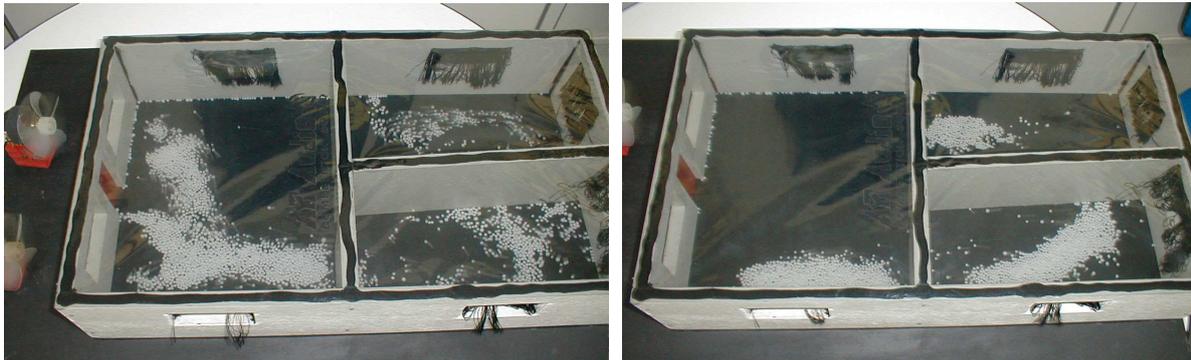
**Figura 1:** Croquis da maquete, em planta baixa e elevações

Inicialmente, as bolinhas de isopor foram espalhadas uniformemente no piso do ambiente 1, conforme mostra a foto da Figura 2 (a) e, posteriormente, os pequenos ventiladores foram dispostos nas posições previamente determinadas, afim de simular três orientações de vento natural: perpendicular e em ângulo de 45° às fachadas. Fluxos de ventilação para vento natural perpendicular à fachada estão esquematizados na Figura 2 (b).



**Figura 2** – (a) Foto da maquete com as bolinhas de isopor na posição inicial da simulação; (b) Esquema de fluxos de ventilação na maquete

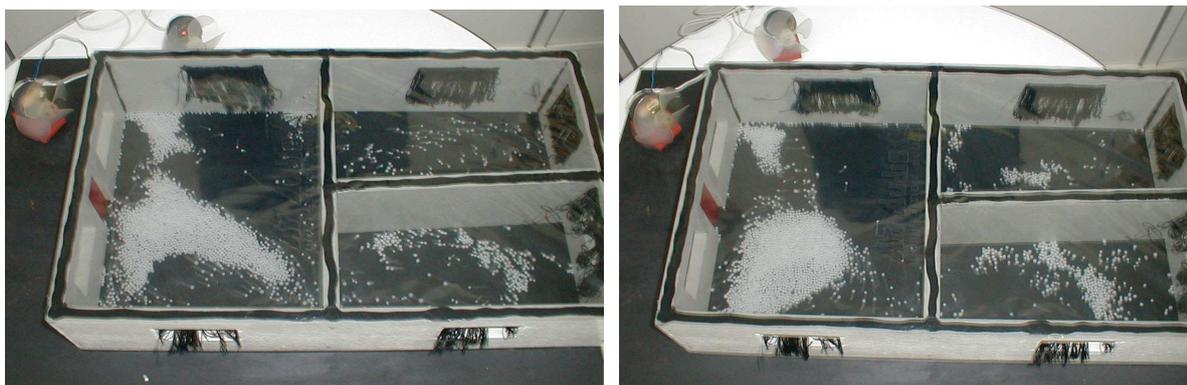
**RESULTADOS E DISCUSSÕES:** O conjunto de fotografias de cada simulação, que estão apresentados nas Figuras 3 a 5, permitiu visualizar os fluxos de ventilação no interior da maquete.



**Figura 3** - Simulação de vento natural aproximadamente perpendicular à fachada transversal



**Figura 4** - Simulação de vento natural perpendicular à parede longitudinal



**Figura 5** - Simulação de vento natural inclinado a 45° com as fachadas

Nos conjuntos de fotos das diferentes simulações e nas aulas de laboratório, constatou-se que os fluxos de ventilação podem ser observados nos ambientes internos da maquete e verificados pelo acúmulo de bolinhas em determinadas áreas, indicando estagnação, como pode ser observado nas fotos das Figuras de 3 a 5. Estas simulações apontaram para uma série de modificações a serem realizadas, tanto na maquete, quanto no emprego dos equipamentos. Em relação à maquete, são sugeridas alterações como a criação de mobilidade das divisões internas e o controle das aberturas, com o objetivo de simular diferentes tipos de edificações e sistemas de aberturas. Possibilitando, desta forma, o estudo mais detalhado da ventilação, a qual pode ser intensificada por meio de disposição conveniente das aberturas e do emprego de dimensões corretas. (BAÊTA e SOUZA, 1997; FROTA e SCHIFFER, 1988). Quanto aos equipamentos, os ventiladores devem ser em maior número e agrupados em linha, de forma a atuarem uniformemente sobre toda a parede e em todas as aberturas nela contidas. Também são desejáveis o controle da velocidade do ar e o monitoramento desta velocidade junto às aberturas.

**CONCLUSÕES:** O conjunto de fotografias de cada simulação permitiu visualizar os fluxos de ventilação no interior da maquete, constatando-se, assim, que o objetivo didático foi atingido, no entanto, o modelo deve ser otimizado.

#### **BIBLIOGRAFIA:**

- RIVERO, Roberto. **Arquitetura e Clima: Acondicionamento Térmico Natural**. 2.ed. D.C. Luzzatto: Porto Alegre, RS. 1995. 240p.
- SILVA JR., Obadias P. e LABAKI, Lucila. *Experimentos Didáticos para Laboratório de Conforto Ambiental*. In: **VI Encontro Nacional sobre Conforto no Ambiente Construído; III Encontro Latino Americano sobre Conforto no Ambiente Construído**, 2001. São Pedro, SP, 2001. p327-329.
- BAÊTA, Fernando C. e SOUZA, Cecília. **Ambiência em Edificações Rurais – Conforto Animal**. Editora UFV: Viçosa, MG. 1997. 246p.
- FROTA, A.B.; SCHIFFER, S.R. **Manual de Conforto Térmico**. 2.ed. Studio Nobel: São Paulo, SP. 1988. 243p.