



## **COMPORTAMENTO TÉRMICO DE MATERIAIS UTILIZADOS EM COBERTURAS: UMA EXPERIÊNCIA DIDÁTICA**

**Ruth C. Montanheiro Paulino**

Centro Universitário Moura Lacerda

Rua Itacolomi, 142, Ribeirão Preto, SP, fone (16) 6236731

e-mail:ruthcmp@netsite.com.br

### **RESUMO**

Este artigo relata uma experiência didática realizada na disciplina de Conforto Ambiental I do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Moura Lacerda, cujo objetivo foi demonstrar aos estudantes, de forma empírica, o comportamento térmico dos materiais mais utilizados em coberturas no mercado local, a fim de chamar-lhes a atenção para a importância da escolha correta do material conforme a solicitação climática local a fim de garantir a eficiência térmica das construções.

### **ABSTRACT**

This article describes a didactic experience accomplished on the discipline Environmental Confort I in the Architecture and Urbanism course from Centro Universitário Moura Lacerda, Ribeirão Preto, SP, whose objective was demonstrate to the students on empiric manner, the thermal behaviour of the most used materials or roof on the regional market, in order to the pay attention to the importance of the right choice of the material according to local climatic request to assure building's thermal efficiency.

### **1. INTRODUÇÃO**

A comodidade e os benefícios que a utilização da energia elétrica proporcionou para os seres humanos principalmente a partir das primeiras década do século XX, alteraram os rumos da arquitetura. Quando a energia elétrica ainda não fazia parte das construções, estas buscavam conseguir o conforto necessário para o desenvolvimento das atividades humanas, por meio de recursos naturais disponíveis, adaptando as construções e os respectivos sistemas construtivos às condições climáticas locais.

Basta observar as construções típicas das diferentes regiões do planeta para perceber esta condição. Como exemplo pode-se citar as casas de feitas com paredes e coberturas de pedra, com poucas aberturas, do norte europeu, o que contribui para mantê-las aquecidas, preservando-as dos ventos

fortes e frios; as casas alpendradas, com grandes aberturas e elevadas do solo, da região equatorial, evitando o excesso de sol, garantindo a ventilação e preservando a construção da umidade do solo; as casas seiscentistas do planalto paulista, apesar de rústicas, como o seu habitante, adaptavam-se perfeitamente, por meio das grossas paredes de taipa e do longo beiral, às exigências climáticas locais.

Com o advento da energia elétrica e o desenvolvimento de sistemas cada vez mais sofisticados de iluminação e climatização artificial, permitiu-se a realização de projetos arquitetônicos para edificações das mais variadas funções, sem observar com rigor as solicitações térmicas do clima local. O aspecto formal da edificação passou a ter maior significado e importância para os arquitetos e usuários das edificações.

O estudante de arquitetura, quando ingressa no Curso, traz consigo esta cultura de valorização da estética através dos diferentes “estilos” arquitetônicos. Considera principalmente, como condicionantes de escolha dos materiais e do sistema construtivo, o valor plástico, o efeito estético e os aspectos econômicos. A condicionante climática é preterida, ou melhor, não são conhecidos com profundidade suficiente os fatores e elementos do clima local para o desenvolvimento de uma arquitetura que responda adequadamente, e de forma criativa, às solicitações térmicas locais.

RIVERO (1985) coloca que uma edificação é arquitetura quando são solucionadas integralmente todas as exigências que cercam o indivíduo, e não enfocando unilateralmente os problemas físicos, funcionais, estéticos ou econômicos. Para ele, o século XX produziu um enorme intercâmbio de estilos e expressões arquitetônicas entre as mais afastadas regiões do planeta sem que se tenha realizado um estudo específico para as necessárias adaptações às condições ambientais de cada local.

Para que o estudante de arquitetura ingresse na prática profissional atuando de forma consciente em relação à necessidade de produzir edificações adaptadas ao clima local, de maneira que venha a contribuir para garantir a qualidade de vida dos usuários e dos espaços construídos, é necessário que saiba escolher os materiais que respondam corretamente às necessidades térmicas que o clima local impõe.

Segundo AKUTSU (1988) é possível, quando se tem como objetivo atender às exigências do conforto do usuário de uma edificação, buscar métodos na elaboração do projeto que determinem os valores das principais grandezas que caracterizam o desempenho térmico da construção. A avaliação do desempenho térmico de uma edificação é feita, basicamente, através da análise, seja “in loco”, ou por cálculos, das condições do ambiente interno, verificando se este atende às exigências do usuário quanto ao seu conforto térmico.

Segundo SATO (1988) in PAULINO (1993), o conhecimento do comportamento térmico dos materiais usados tradicionalmente nas habitações, foi feito, durante muito tempo, a partir de avaliações empíricas, ou seja, utilizando-se de análises feitas “in loco”.

Este artigo relata uma experiência didática realizada com estudantes de arquitetura, que teve por objetivo principal a experimentação empírica do comportamento térmico de diversos materiais utilizados em coberturas, para que percebessem na prática a influência da cor da superfície, da espessura e densidade do material e de sua natureza física e química, no resultado das condições térmicas do interior do espaço construído.

Com este exercício pretendeu-se contribuir para uma melhor formação do arquiteto e urbanista no sentido de criar edificações tendo como condicionante de projeto, não apenas os fatores estéticos e

econômicos, mas também, as condições climáticas locais que indicam caminhos para a escolha de materiais que melhor atendam às necessidades humanas de conforto.

## **2. CONTEÚDO**

O exercício aqui relatado foi realizado na disciplina de Conforto Ambiental I, ministrada no sexto período do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP. Constituiu-se em observações do comportamento térmico de diferentes materiais comumente utilizados em coberturas de edificações residenciais e comerciais na região de Ribeirão Preto.

Para tanto foram utilizados modelos feitos em madeira compensada de 10mm de espessura nas dimensões 12m X 8m X 3m, em escala 1:20, variando o material da cobertura, simulando desta forma um espaço construído. O modelo não possuía nenhuma abertura que permitisse ventilação, apenas uma gaveta onde foi instalado o termômetro, para facilitar a leitura da temperatura interna dos modelos.

Os materiais utilizados na cobertura foram: telha de barro, telha de cimento amianto na cor natural, telha de cimento amianto na cor branca, telha de cimento amianto com isolante térmico (durafoil), vidro incolor, vidro laminado, cobertura de madeira na cor preta e cobertura de madeira na cor branca.

Os instrumentos utilizados para a coleta dos valores de temperatura externa e no interior dos modelos foram: 1 (um) termo-higrometro de parede para a coleta da temperatura externa, e 8 (oito) termômetros de mercúrio Incoterm (TA33), instalados um em cada modelo.

O exercício foi realizado no dia 2 de abril de 2004 a partir das 7:00h até as 19:00h no Campus do Centro Universitário Moura Lacerda, em Ribeirão Preto, SP. O tempo apresentou condições estáveis durante todo o dia, apresentando maior nebulosidade entre o período das 14:00h às 15:30h, com as temperaturas externas variando entre 22°C e 33°C e umidade relativa do ar entre 65% e 72%, durante o período da realização do exercício. Os modelos foram colocados próximos uns aos outros em área gramada sujeita a insolação durante todo o dia e longe da interferência das construções. O termo-higrometro que marcou as temperaturas externas foi colocado na sombra, em local aberto, próximo ao gramado.

O exercício teve por objetivos:

1. O estudo comparativo da inércia térmica entre os diferentes materiais utilizados em coberturas;
2. Observação do efeito da reflexão e da absorção em função da cor do material;
3. Observação das condições do tempo ao longo do dia, suas variações e influências no comportamento térmico dos materiais;
4. Oferecer ao aluno a oportunidade de sentir, através da observação “in loco” do comportamento térmico dos modelos, os diferentes resultados térmicos que se pode obter a partir da escolha dos materiais;
5. Mostrar ao estudante de graduação a importância da escolha dos materiais para responder adequadamente às solicitações térmicas de um determinado local.

### 3. RESULTADOS

As anotações dos valores de temperatura foram feitas em todos os modelos, simultaneamente, nos seguintes horários: 8:00h, 9:00h, 11:00h, 13:00h, 15:00h, 17:00h e 19:00h (tabela 01).

Os resultados permitiram que os estudantes observassem na prática que:

1. A cor clara reduz sensivelmente o efeito da radiação nos ambientes internos; entre os modelos com cobertura branca e preta observou-se diferenças de 1°C a 9°C;
2. O isolante durafoil mostrou-se menos eficiente na redução do fluxo térmico do que a pintura branca no período de maior intensidade da radiação solar, além reter o calor por mais tempo após a incidência da radiação;
3. O vidro laminado reduz o efeito da incidência direta da radiação em relação ao vidro incolor, porém ambos os fechamentos em vidro são inviáveis para as condições climáticas de Ribeirão Preto.

Os alunos puderam perceber na prática (apesar da experiência ter sido realizada em um curto período de observação e em modelos de escala reduzida em relação a um ambiente real) os fenômenos da reflexão, da absorção, do efeito estufa e da inércia térmica dos materiais, percebendo a maior ou menor eficiência térmica dos materiais observados para locais de clima quente.

A cidade de Ribeirão Preto situa-se a nordeste do Estado de São Paulo em uma região climática classificada, segundo SETZER (1966) como tropical quente úmido de inverno seco. Os alunos concluíram que as respostas arquitetônicas referentes às coberturas em locais com tais características climáticas devem ser feitas com materiais de baixa inércia térmica, de cores claras e com dispositivos de isolamento para impedir o fluxo térmico durante a incidência da radiação solar.

**TABELA 01**

**DADOS DE TEMPERATURA NO INTERIOR DOS MODELOS E TEMPERATURA EXTERNA, REFERENTE AO DIA 26 DE SETEMBRO DE 2004**

MODELO	8:00 h	9:00h	11:00h	13:00h	15:00h	17:00h	19:00h
TELHA DE BARRO	23°C	25,5°C	31,5°C	35°C	36°C	30,5°C	26,5°C
AMIANTO CÔR NATURAL	22,5°C	28°C	36°C	36°C	38°C	29°C	22°C
AMIANTO CÔR BRANCA	21°C	25°C	31°C	32°C	34°C	28°C	22°C
AMIANTO COM DURAFOIL	24°C	27,3°C	33,1°C	35°C	35,5°C	30,8°C	27°C
MADEIRA CÔR PRETA	24°C	32°C	40°C	42°C	41°C	30°C	23°C
MADEIRA CÔR BRANCA	23°C	25°C	31°C	31°C	38°C	28°C	22°C
VIDRO INCOLOR	23°C	32,5°C	43°C	43°C	46,5°C	30°C	24°C
VIDRO LAMINADO	23°C	29°C	37°C	38°C	39°C	28,5°C	24°C
Temperatura externa	22°C	25°C	27,9°C	30°C	32,9°C	28,9°C	24°C

#### 4. CONCLUSÃO

O exercício mostrou-se bastante eficiente, atingindo plenamente os objetivos propostos. A curiosidade dos estudantes foi estimulada, o que os motivou a participar do exercício o dia todo, sem descanso. Os questionamentos e discussões que se seguiram após a coleta dos dados enriqueceram o repertório de referências dos alunos no sentido da percepção da importância significativa dos materiais de construção no desempenho térmico dos espaços construídos.

O exercício foi repetido, na mesma Instituição de Ensino e em mais outras duas (Centro Universitário Barão de Mauá, Ribeirão Preto e Universidade de Franca, Franca), em setembro de 2004 utilizando uma maior variedade de materiais nas coberturas dos modelos. A percepção dos alunos a respeito dos efeitos obtidos também foi extremamente positiva no sentido da compreensão dos fenômenos térmicos e do despertar para a responsabilidade do arquiteto em garantir o conforto térmico dos ambientes construídos através das soluções passivas, contribuindo para o uso racional da energia e a manutenção da qualidade de vida dos usuários.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKUTSU, M. (1988). *Avaliação do desempenho térmico de edificações: a necessidade de revisão Normativa*. São Paulo: divisão de edificações / IPT. P.481 –486
- LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. (1997). *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: PW Editores
- PAULINO, R. C. M. (1993). *Clima, moradia e hábitos alimentares na micro-região de São José do Rio Pardo – SP*. São Carlos. Dissertação (mestrado). Escola de engenharia de São Carlos- Universidade de São Paulo.
- PAULINO, R. C. M. (2000). *Repercussão dos efeitos de um episódio climático significativo no Desempenho térmico de edificações*. São Carlos. Tese (doutorado)- Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.
- RIVERO, R. (1985). *Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural*. Porto Alegre: D. C. Luzzatto.
- SETZER, J. (1966). *Atlas climático e ecológico do Estado de São Paulo*. São Paulo: Comissão Interestadual da Bacia Paraná-Uruguaí.