



## A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA CONSTRUTIVA NO CONFORTO TÉRMICO: o caso da Vila Tecnológica de Bauru – S.P.

**Artemis Rodrigues Fontana**

Rua Aviador Gomes Ribeiro, 26-39 – Jardim Brasil

CEP 17044-150 – Bauru/SP – Brasil

Telefone/Fax: (0XX14) 2238323

e-mail: [sdarq@travelnet.com.br](mailto:sdarq@travelnet.com.br)

**RESUMO** O projeto tem como objetivo o estudo da influência de técnicas e sistemas construtivos, assim como de parâmetros de projeto arquitetônico no conforto térmico de habitações populares. O objeto de estudo foi a Vila Tecnológica de Bauru, projeto desenvolvido pelo Governo Federal através da COHAB (Companhia de Habitação Popular) de Bauru, que visa efetivar a adoção e a difusão de inovações tecnológicas das habitações populares para obter, essencialmente, a melhoria da qualidade e a redução dos custos de produção. O trabalho consiste na análise de desempenho térmico de onze tecnologias distintas, compondo 85 unidades habitacionais térreas, através de um método derivado da capacidade e da resistência térmica equivalentes, complementado por estudos de insolação e ventilação. Os resultados permitem selecionar as tecnologias construtivas mais apropriadas ao clima da região, além de avaliar parâmetros de adequação climática para as unidades habitacionais.

**ABSTRACT** The project has the purpose to study the influence of constructive techniques and systems, as well as the parameters of architectural project in the parameters comfort in popular houses. The object of study was the Technological Village (Vila Tecnológica) in the city of Bauru, a project developed by the Federal Government, by COHAB (Popular Habitation Company) in Bauru, which aims to turn effective the adoption and the diffusion of technological innovations in popular houses, to achieve, essentially, a better quality and a reduction in production cost. The work consists in the analysis of the thermic performance in eleven distinct technologies, summing up 85 one story habitation units, through a method derived from the equivalent thermic capacity and resistance, added by studies of insolation and airing. The results allow selecting the constructive technologies which are more appropriate to the climate in the region, besides evaluating parameters of climate adjustment for the habitation units.

## 1 Introdução

A questão habitacional brasileira vem sendo, em parte, equacionada pelo poder público, através da produção de conjuntos habitacionais. De norte a sul do País, nota-se uma tendência à padronização dos projetos arquitetônicos, reproduzindo-se as mesmas soluções habitacionais, eventualmente com materiais inadequados. Tal comportamento evidencia a desconsideração das alternativas técnicas relacionadas aos elementos adequados às realidades locais e regionais, como cita ALUCCI *et al.* (1986). O conforto térmico depende de características projetuais (forma e orientação), tratamento superficial externo e, como enfatiza este trabalho, os materiais e sistemas construtivos. Segundo SINPROCIM (1991) e MASCARÓ (s.d.), para programar o condicionamento térmico do espaço construído, é necessário conhecer as características do meio ambiente natural.

Esta pesquisa apresenta como objetivo fundamental estudar a influência de técnicas e sistemas construtivos, assim como de parâmetros de projeto arquitetônico no conforto térmico de habitações de baixo custo, tomando como objeto de estudo a Vila Tecnológica de Bauru, onde empregou-se o modelo proposto por ALUCCI *et al.* (1986), complementado por análises de sombreamento e de ventilação, com modelos tridimensionais.

## 2 Objeto de estudo

Define-se o objeto de estudo como sendo o conjunto de onze tipos de casas térreas da Vila Tecnológica de Bauru-SP (Tab.1), composta por 85 unidades habitacionais, construídas a partir de treze tecnologias distintas. A análise é feita através do método de capacidade e de resistência térmica equivalentes complementado por ALLUCCI *et al.*(1986). Visto que o método só é válido para casas térreas, foram analisadas apenas onze tecnologias, pois duas delas não foram aplicadas em construção de casas térreas, e sim em dois pavimentos e quatro pavimentos.

Tab. 1 Tecnologias construtivas analisadas

Projeto	Tecnologia	No. de Implantações
1	Painéis sanduíche compostos por duas camadas de concreto armado, separadas, no seu interior, por uma camada de poliestireno expandido	2
2	Painéis de concreto	4
3	Blocos cerâmicos vazados	4
4	Tijolos cerâmicos vazados	4
5	Paredes de concreto armado pré-moldado	1
6	Painéis de poliestireno expandido revestido em ambas as faces com chapas de aço galvanizado pintado	1

7	Placas de concreto armado	2
8	Painéis sanduíche compostos por um núcleo central de poliestireno expandido recoberto em ambas as faces por telas de aço e estas revestidas com argamassa estrutural	2
9	Painéis sanduíche compostos por um núcleo central de tijolos cerâmicos de seis furos e recoberto por concreto armado pré-fabricado	2
10	Painéis com ambas as faces de chapas "hard-board" e injeção de espuma de poliuretano nas células internas.	3
11	Pranchas de madeira maciça em cedrinho	2

Segundo FEB (1974), o clima de Bauru (latitude 22°S e longitude 49° 05'W, com altitudes de 500 a 630 m, cf. BAURU/SEPLAN, 1997) é classificado como Cwa, ou seja é uma clima subtropical de altitude, com inverno seco e chuvas no verão, de outubro a março. As temperaturas médias mensais são em geral elevadas porém pouco diferenciadas (máxima de 23,7°C em janeiro e mínima de 17,4°C em junho) . No entanto, a amplitude térmica diária é elevada (máxima de 16,0°C em agosto e mínima de 12,5°C em fevereiro), ou seja, a região possui em geral dias quentes e noites frias. A umidade relativa média do ar fica, via de regra, acima de 50% (máxima de 73% em janeiro e mínima de 56% em agosto), mas ocorrem, nos meses mais secos, valores vespertinos menores que 30%.

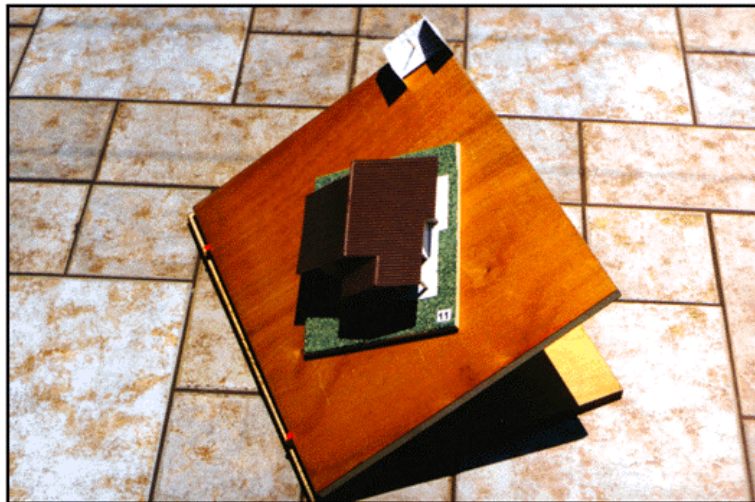
### 3 Método e Procedimentos

O método proposto por ALUCCI et al.(1986) parte das análises climáticas baseadas nas Tabelas de Mahoney para indicar parâmetros técnicos (capacidade térmica equivalente - CE e resistência térmica equivalente - RE da edificação), e de projeto arquitetônico (orientação preferencial dos cômodos da casa, exigências de ventilação e de sombreamento) para adequação da construção ao clima. Ele auxilia o projetista, pois sintetiza uma série de outros métodos, equações e índices de conforto em função dos dados climáticos locais, sendo que o mesmo será a base para a análise comparativa dos dados levantados neste trabalho. Com os cálculos de capacidade e de resistência térmicas equivalentes, procura-se estabelecer a atenuação e a defasagem da onda de variação de temperatura diária do ar, ou seja a inércia térmica adequada para a edificação, num dado clima. Para caracterização dos tipos climáticos que ocorrem no território brasileiro, ALUCCI *et al.* (1986), adotou critérios, segundo os quais são definidos intervalos de conforto diurno e noturno em função da umidade relativa média mensal e da temperatura média anual. Através de tabelas e quadros, para cada tipo climático, o projetista é orientado nas questões de dimensão do pé direito dos ambientes de permanência prolongada, taxa mínima de renovação de ar e orientação preferencial dos ambientes.

O desempenho térmico das unidades habitacionais, em cada tipo climático, é gerado em função das características do sistema construtivo utilizado, do projeto arquitetônico adotado e das condições de ventilação da unidade. Através de tabelas, ALUCCI *et al.* (1986) indica, para cada tipo climático, valores recomendados de capacidade térmica de uma unidade habitacional, da resistência térmica de sua envoltória, das dimensões

dos vãos que permitem penetração de radiação solar para o interior dos ambientes e da necessidade ou não de proteção solar nos vãos presentes nas fachadas e o tipo de ventilação. Para cada tipo climático é também colocado um quadro de orientação preferencial para cada cômodo da casa.

Os valores recomendados pelo método descrito são comparados a uma análise feita a partir dos resultados obtidos de cada uma das onze tecnologias construtivas. Complementarmente, foram avaliadas as implantações, através de estudos de insolação, com maquetes e quadrantes solares (SILVA & MALATO, 1969) (Fig. 1) e de ventilação, onde foram determinadas zonas de aceleração e de estagnação do ar, a partir da dispersão de bolinhas de isopor pelo fluxo de ar a partir de um ventilador de coluna nas maquetes (Fig. 2). Os resultados são apresentados em forma gráfica, com registro fotográfico de algumas das situações estudadas nas maquetes.



**Fig. 1** Montagem da maquete para estudo de insolação



**Fig. 2** Detalhe da montagem após ensaio de ventilação

## 4 Resultados

Em função da Tab. 1, onde se conclui que o tipo climático predominante é o CF (conforto durante o dia e frio durante a noite), ALUCCI *et al.* (1986) recomenda a orientação preferencial dos ambientes, em função da solicitação térmica e da latitude.

Tab. 1 Definição do tipo climático da região	
Solicitação Térmica	Frequência de Ocorrência
QQ	0
QC	3
QF	3
CC	0
CF	6
FF	0

Fonte: ALUCCI *et al.* (1986) , p.29.

Também em função deste tipo climático e da capacidade e da resistência térmica equivalentes da unidade habitacional, o método recomenda valores para a ventilação dos ambientes, relação área transparente/área de piso e necessidade de proteção solar.

Para cada tecnologia foram elaboradas doze fichas, as quais contêm as seguintes informações: caracterização do projeto, fotos da unidade, fotos da maquete, planta baixa, corte, elevação, detalhe da vedação, características térmicas, avaliação das orientações dos cômodos, insolação x implantação, fotos do estudo de insolação e ventilação x implantação.

Por fim, foram comparados os resultados obtidos, com as recomendações do método empregado, verificando a adequabilidade das tecnologias e dos projetos arquitetônicos ao clima local, além de indicações de possíveis soluções para problemas encontrados.

## 5 Conclusões

De acordo com os resultados obtidos, é possível saber quais as tecnologias e sistemas construtivos que foram usados adequadamente ao clima da cidade de Bauru. Devido à grande amplitude térmica (DTE) que ocorre entre as máximas e as mínimas diárias, e ao valor relativamente alto das médias (TEM), são desejáveis valores também relativamente altos de CE.

Nota-se que pelos valores de CE e RE, somente três tecnologias não são recomendadas ao local: projetos 6, 10 e 11, onde o CE está abaixo do mínimo recomendado pelo método aplicado. Assim as tecnologias utilizadas ou são inadequadas ou não foram corretamente empregadas para o tipo climático da cidade

de Bauru. A inércia térmica resultante é insuficiente para compensar as variações de temperatura diária do ar. No caso das tecnologias inadequadas, estão os projetos 6 e 10, onde dificilmente o valor mínimo de CE pode ser alcançado. Já no projeto 11, o aumento da espessura da madeira empregada tornaria a tecnologia climaticamente adequada.

Dentro dos parâmetros de projeto, a relação área transparente/área de piso é satisfatória para todos os casos. Já a distribuição dos cômodos, a proteção solar e a ventilação, muitas vezes tornam-se insatisfatórias em algumas das implantações, mostrando claramente a inviabilidade de se ter um único projeto arquitetônico para várias implantações. No caso da proteção solar, fica difícil propor soluções para adequação climática, exceto que se siga as orientações dos cômodos recomendadas pelo método, em qualquer que seja a implantação. Em relação à ventilação, além de prever o tamanho adequado das aberturas, é necessário também prever a trajetória provável do fluxo de ar no interior da edificação para melhor posicionar as aberturas (contra-exemplo, os projetos 3 e 4). O mesmo cuidado deve se ter em relação à facilidade da passagem de ar pelo interior da casa, quando se deseja altas taxas de renovação (contra-exemplo, o projeto 10).

É importante salientar limitações no emprego do método na questão da ventilação, haja visto que tal estudo é feito de forma a considerar uma abertura total dos vãos, o que na realidade dificilmente ocorre. Uma vez que a pesquisa não previa análise de ocupação, não se dispôs de dados sobre o uso das edificações, em especial de quais aberturas ficam normalmente abertas ou fechadas.

Finalmente, a pesquisa demonstra mais uma vez que a técnica está associada ao projeto arquitetônico, sendo que um ou outro individualmente não garantem o bom desempenho da edificação, seja tanto em relação ao conforto térmico como também para às outras variáveis, como durabilidade e estrutura.

## **6 Referências Bibliográficas**

ALUCCI, M. P.; CARNEIRO, C. de M.; BARING, J. G. de A. (1986): Implantação de Conjuntos Habitacionais. Recomendações para adequação climática e acústica. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 95p.

BAURU, PREFEITURA MUNICIPAL (1997): Secretaria Municipal de Planejamento. Plano Diretor de Bauru 1996: caderno de dados, levantamentos, diagnóstico, lei n<sup>o</sup> 4126/1996. Bauru, SEPLAN/DAE.

FUNDAÇÃO EDUCACIONAL DE BAURU (FEB).(1974): Um estudo do clima de Bauru, São Paulo; algumas considerações sinóticas. São Paulo, FEB, 22 p.

MACHADO, C. G. & PAIXÃO, T. O. (s.d.): Protech, um caminho. Bauru: Companhia de Habitação Popular de Bauru.

MASCARÓ, J. L. & MASCARÓ L. (s.d.): Uso racional de energia em edificações. Isolamento Térmico. São Paulo, Agência para Aplicação de Energia, 51 p.

SILVA, A. C. & MALATO, J. J. (1969): Geometria da insolação de edifícios. Lisboa, MPO/LNEC, 98p. (informação técnica – edifícios, 5).

SINPROCRIM (s.d.): Conforto térmico das habitações. São Paulo, (s.e.), 26 p.