



## III ENCONTRO NACIONAL I ENCONTRO LATINO-AMERICANO

Gramado, RS, 4 a 7 de julho de 1995

### Método Expedito para Avaliação do Desempenho Térmico de Habitações

Maria Akutsu, Física, MsC; Fúlvio Vittorino, Eng. Mec, MsC.; Mitsuo Yoshimoto, Físico  
Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - IPT  
Av. Prof. Almeida Prado, 532, CEP 05508-901 - São Paulo - SP  
Tel.: (011) 268 2211, ramais 258/553 - Fax: 869 6890

#### RESUMO

O desempenho térmico de edificações é uma preocupação de órgãos de financiamento para a construção de habitações de interesse social. Porém, tais órgãos têm tido dificuldades para formular exigências a este respeito devido às características inerentes ao processo de avaliação de desempenho térmico. Neste trabalho é apresentado um método expedito para a realização desta avaliação, fruto da aplicação dos procedimentos rotineiramente utilizados pelo IPT na avaliação do desempenho térmico de edificações. Foram contempladas casas térreas, de interesse social, para as condições climáticas do território nacional.

#### ABSTRACT

An evaluation of the thermal performance of low cost dwellings is of concern to financing institutions. However, these institutions have difficulties in formulating requirements, due to the: inherent nature of the process. This paper presents a~ rapid method for making this evaluation, based on traditional procedures used by IPT in building thermal performance evaluations. Single storey housing, for low income families, was analysed for each of the various climatic conditions found throughout the country.

#### PALAVRAS-CHAVE

Método de avaliação, desempenho térmico, habitação de interesse social

#### 1 INTRODUÇÃO

O procedimento adotado rotineiramente pelo IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A. - para a avaliação do desempenho térmico de edificações (Akutsu, 1992), tem por base método que considera as condições dinâmicas de exposição ao clima e à ocupação. Este procedimento, por se pautar em preceitos de grande precisão, apresenta alta confiabilidade, porém tem o inconveniente de

demandar o uso de software cuja complexidade de operação ainda constitui um impedimento para seu uso de forma mais generalizada.

O método aqui apresentado foi desenvolvido tendo como objetivo possibilitar uma verificação rápida do nível de desempenho térmico apresentado por algumas edificações específicas, no caso, habitações térreas de interesse social, padrão CDHU - Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo.

## 2 O MÉTODO EXPEDITO

O método expedito consiste na simples consulta a tabelas, denominadas quadros síntese, onde estão indicados os níveis de desempenho "A", "B" ou "C", determinados conforme procedimentos do "método IPT", correspondentes a cada tipo de edificação, condições de uso e de exposição ao clima pré-estabelecidos. Neste trabalho definiu-se o seguinte escopo:

- edificações térreas unifamiliares, padrão CDHU, com 33 m<sup>2</sup> de área útil;
- 30 opções de parede, e 8 opções de cobertura conforme apresentado nas tabelas 2.1 e 2.2, respectivamente;
- todo o território nacional, dividido em 8 regiões climáticas (Figura 2. 1), cada uma representada por uma cidade, nas condições de verão e de inverno;
- 4 orientações possíveis para as janelas (Norte, Sul, Leste e Oeste);

TABELA 2.1: Descrição dos tipos de paredes.

Códigos	Descrição das Paredes	R e C das Paredes	
		Externa	Interna
P01	Paredes externas em alvenaria de 1 tijolo cerâmico maciço; paredes internas em alvenaria de 1/2 tijolo, ambas revestidas com 2,0 cm de argamassa nas duas faces;	R: 0,37 C: 350	R: 0,21 C: 202
P02	Paredes externas em blocos cerâmicos de 14,0 cm de largura; paredes internas em blocos cerâmicos de 9,0 cm, ambas revestidas com 2,0 cm de argamassa nas duas faces.	R: 0,35 C: 150	R: 0,23 C: 125
P03	Paredes externas e internas em alvenaria de blocos cerâmicos de 14,0 cm de largura, revestidas com 2,0 cm de argamassa em nas duas faces.	R: 0,35 C: 150	R: 0,35 C: 150
P04	Paredes externas e internas em alvenaria de blocos cerâmicos de 9,0 cm de largura, revestidas com 2,0 cm de argamassa nas duas faces.	R: 0,23 C: 125	R: 0,23 C: 125
P05	Paredes externas em blocos estruturais de concreto, com 14,0 cm de largura, e paredes internas em blocos de concreto de vedação, com 9,0 cm, ambas sem revestimento.	R: 0,12 C: 129	R: 0,06 C: 71
P06	Paredes externas e internas em alvenaria de blocos estruturais de concreto, com 14,0 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,12 C: 129	R: 0,12 C: 129
P07	Paredes externas e internas em alvenaria de blocos de concreto para vedação, com 9,0 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,06 C: 71	R: 0,06 C: 71
P08	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 2,5 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,01 C: 47	R: 0,01 C: 47
P09	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 5,0 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,03 C: 95	R: 0,03 C: 95
P10	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 7,5 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,04 C: 142	R: 0,04 C: 142
P11	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 10,0 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,05 C: 189	R: 0,05 C: 189
P12	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 12,5 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,07 C: 236	R: 0,07 C: 236
P13	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 15,0 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,08 C: 284	R: 0,08 C: 284
P14	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 2,5 cm de espessura, revestidas com 1,0 cm de gesso na face interna e 2,0 cm de argamassa na face externa.	R: 0,06 C: 93	R: 0,05 C: 72
P15	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 2,5 cm de espessura, revestidas com 2,0 cm de argamassa nas duas face.	R: 0,06 C: 117	R: 0,06 C: 117
P16	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 5,0 cm de espessura, revestidas com 1,0 cm de gesso na face interna e 2,0 cm de argamassa na face externa..	R: 0,07 C: 140	R: 0,06 C: 122
P17	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 5,0 cm de espessura, revestidas com 2,0 cm de argamassa nas duas faces.	R: 0,08 C: 164	R: 0,08 C: 164
P18	Paredes externas e internas em painéis duplos de concreto de 3,0 cm de espessura cada, com espaço de 4,0 cm entre eles, sem revestimento.	R: 0,18 C: 113	R: 0,18 C: 113

Legenda: R - Resistência térmica em (m<sup>2</sup>.K)/W, C - Capacidade térmica específica em kJ/( m<sup>2</sup>.K)

(Continua)

TABELA 2.1: Continuação.

Códigos	Descrição das Paredes	R e C das Paredes	
		Externa	Interna
P19	Paredes externas em painéis duplos de concreto de 3,0 cm de espessura cada, com 3,0 cm de poliestireno expandido entre eles; paredes internas em painéis duplos de concreto de 3,0 cm de espessura cada, com espaço de 4,0 cm entre eles; ambas sem revestimento.	R: 0,93 C: 114	R: 0,18 C: 113
P21	Paredes externas e internas em painéis duplos de concreto de 5,0 cm de espessura cada, com espaço de 4,0 cm entre eles, sem revestimento.	R: 0,21 C: 189	R: 0,21 C: 189
P22	Paredes externas e internas em painel de concreto maciço, com 5,0 cm de espessura, revestidas com 2,0 cm de argamassa nas duas faces.	R: 0,26 C: 259	R: 0,26 C: 259
P23	Paredes externas e internas em painéis duplos de concreto de 5,0 cm de espessura cada, com espaço de 4,0 cm entre eles, 1,0 cm de gesso na face interna e 2,0 cm de argamassa na face externa.	R: 0,25 C: 235	R: 0,25 C: 235
P24	Paredes externas e internas em painéis duplos de concreto de 5,0 cm de espessura cada, com 4,0 cm de terra entre eles, 1,0 cm de gesso na face interna e 2,0 cm de argamassa na face externa.	R: 0,17 C: 283	R: 0,17 C: 283
P25	Paredes externas e internas em painel constituído por 4,0 cm de poliestireno expandido revestido com 3,0 cm de argamassa nas duas faces.	R: 1,39 C: 85	R: 1,39 C: 85
P26	Paredes externas e internas em painel constituído por 4,0 cm de poliestireno expandido revestido com 5,0 cm de argamassa nas duas faces.	R: 1,43 C: 140	R: 1,43 C: 140
P27	Paredes externas e internas compostas por dois painéis em madeira maciça de 2,0 cm de espessura cada um, com um espaço de 5,0 cm entre os mesmos.	R: 0,35 C: 52	R: 0,35 C: 52
P28	Paredes externas em painéis duplos de madeira maciça com 2,0 cm de espessura cada; paredes internas em painéis duplos de madeira maciça com 1,5 cm de espessura cada, ambas com um espaço de 5,0 cm entre os painéis	R: 0,35 C: 52	R: 0,30 C: 39
P29	Paredes externas e internas em alvenaria de blocos de concreto celular com 12,0 cm de espessura, sem revestimento.	R: 0,55 C: 57	R: 0,55 C: 57
P30	Paredes externas e internas em painéis constituídos por placas de 28 mm de madeira compensada, revestida com 6mm de fibrocimento nas duas faces.	R: 0,22 C: 54	R: 0,22 C: 54

Legenda: R - Resistência térmica em  $(m^2.K)/W$ , C - Capacidade térmica específica em  $kJ/(m^2.K)$

TABELA 2.2: Descrição dos tipos de forros e coberturas.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DOS FORROS E COBERTURAS	R	C
F1	Sem forro	-----	-----
F2	Forro inclinado (acompanhando a inclinação da cobertura) - em concreto maciço de 3,0 cm de espessura.	0,02	57
F3	Forro horizontal em laje mista de vigotas de concreto armado e elementos cerâmicos com capeamento em concreto de 3,0 cm e espessura total de 12,0 cm.	0,09	95
F4	Forro horizontal em madeira maciça com 1,0 cm de espessura.	0,05	13
Telha de Barro	Telha cerâmica tipo Capa Canal com 1,0 cm de espessura.	0,01	32
Telha de Fibrocimento	Telha ondulada de fibrocimento com 6mm de espessura	0,01	10

Legenda: R - Resistência térmica em  $(m^2.K)/W$ , C - Capacidade térmica específica em  $kJ/(m^2.K)$

Além disso, foram fixadas as seguintes condições: face externa das paredes expostas pintadas em cores médias (absortância à radiação solar igual a 0,5); salvo observação em contrário, janelas sem dispositivos de sombreamento, e ambientes corri trocas de massas de ar apenas por infiltração.

As regiões 1, 2 e 4 apresentam, no verão, condições de exposição mais rigorosas que as demais. Isto faz com que, nestas regiões, seja obrigatório o uso de dispositivos de sombreamento, nas janelas e se promova à ventilação dos ambientes. Desta forma, os resultados apresentados nos quadros síntese correspondem à condição em que as janelas estão totalmente sombreadas e o ambiente ventilado durante o dia todo, a uma taxa constante de 5 renovações por hora. Observe-se que, sem estes recursos, as edificações apresentarão desempenho nível "C" em qualquer um dos casos. Além disto, nestas regiões não se verificam problemas de conforto térmico no inverno, razão pela qual torna-se dispensável a elaboração de quadros síntese para esta condição climática.

Analogamente, as regiões 6, 7 e 8 apresentam condições de exposição mais rigorosas no inverno, fazendo com que, sem condicionamento, as edificações consideradas apresentem desempenho térmico nível "C". Condições satisfatórias de conforto térmico só serão obtidas através do uso de dispositivos de aquecimento dos ambientes. Assim, as informações constantes dos quadros síntese foram obtidas considerando-se a utilização de um pequeno aquecedor elétrico de 700 W de potência durante o dia todo, para cada ambiente considerado.

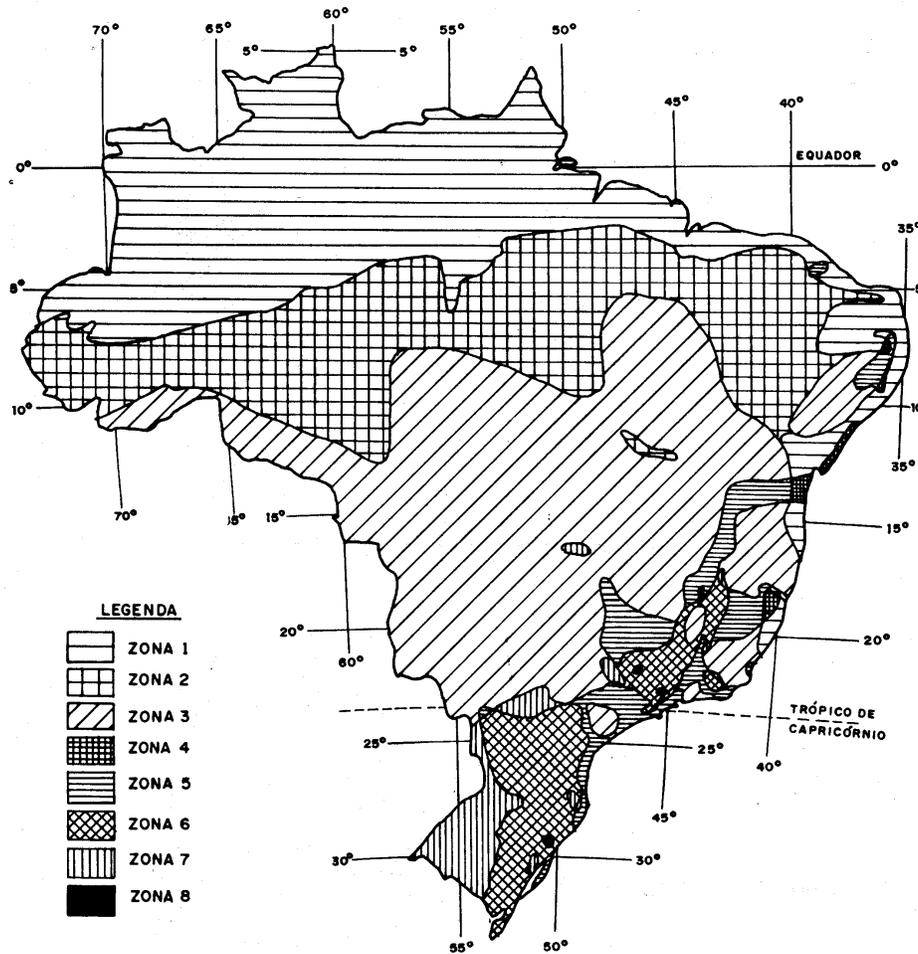


FIGURA 2.1: Zoneamento Climático do Brasil

### 3 EXEMPLO

A Tabela 3.1 corresponde ao quadro síntese para a avaliação do desempenho térmico referente à zona climática 5, representada pela cidade de São Paulo, na condição de verão.

TABELA 3.1: Níveis de desempenho térmico referentes à Zona Climática 5 - verão.

ZONA 5 - VERÃO								
PAREDES	COBERTURA COM FORRO - F3							
	TELHA DE BARRO				TELHA DE FIBROCIMENTO			
	ORIENTAÇÃO DA JANELA				ORIENTAÇÃO DA JANELA			
	NORTE	LESTE	SUL	OESTE	NORTE	LESTE	SUL	OESTE
P01	A	A	A	A	A	A	A	B
P02	B	B	A	B	B	B	B	B
P03	B	B	A	B	B	B	B	B
P04	B	B	B	B	B	B	B	B
P05	B	B	B	B	B	B	B	B
P06	B	B	B	B	B	B	B	B
P07	B	B	B	C	C	B	B	C
P08	B	B	B	B	C	B	B	C
P09	B	B	B	B	B	B	B	B
P10	B	B	B	B	B	B	B	B
P11	B	B	B	B	B	B	B	B
P12	B	B	A	B	B	B	B	B
P13	B	B	A	B	B	B	B	B
P14	B	B	B	B	B	B	B	B
P15	B	B	B	B	B	B	B	B
P16	B	B	B	B	B	B	B	B
P17	B	B	B	B	B	B	B	B
P18	B	B	B	B	B	B	B	B
P19	A	B	A	B	B	B	B	B
P20	B	B	B	B	B	B	B	B
P21	B	B	A	B	B	B	B	B
P22	A	A	A	A	B	B	A	B
P23	A	B	A	B	B	B	A	B
P24	A	A	A	A	B	B	A	B
P25	B	B	A	B	B	B	B	B
P26	A	B	A	B	B	B	B	B
P27	B	B	B	C	C	C	B	C
P28	B	B	B	C	C	C	B	C
P29	B	B	B	C	B	B	B	C
P30	B	B	B	C	C	C	B	C

#### 4 CONCLUSÕES

As informações que acompanham este método são particularmente úteis como uma referência ao projetista, na fase inicial de concepção do projeto. Consultando os quadros síntese é possível identificar, em primeiro lugar, quais os sistemas construtivos mais adequados a uma determinada região climática, verificando-se inclusive, a compatibilidade entre as condições de verão e de inverno. Comparando-se os dados de uma região com os de outra, pode-se entender porque um sistema construtivo é mais adequado para uma determinada condição de exposição ao clima, quando a inércia térmica é importante, quando a isolamento técnica é fundamental e assim por diante.

Para um universo onde as condições de ocupação e a disponibilidade de tipos de materiais, elementos e componentes da edificação estejam bem definidos, este procedimento pode assumir um caráter normativo, como é o caso deste trabalho, desenvolvido para subsidiar as avaliações de desempenho de habitações de interesse social apresentadas a órgãos de financiamento. Neste contexto, são atribuídas pontuações técnicas conforme o nível de desempenho, onde ao nível "A" corresponde: a pontuação máxima e, dentro de um

critério eliminatório de desempenho, considera-se como não aceitáveis edificações com desempenho nível "C".

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Os dados apresentados neste artigo foram extraídos de um trabalho em fase final de execução, desenvolvido com recursos da Financiadora de Estudos e Projetos- FINEP - que apresentará as exigências mínimas que deverão ser atendidas pelas edificações/ sistemas construtivos que são "candidatas" a financiamento por parte de órgãos federais de fomento à construção habitacional. A publicação da totalidade dos quadros síntese será feita em breve pela FINEP, ou pelo próprio IPT.

Em continuidade a este trabalho, o mesmo procedimento será aplicado a outros tipos de habitação, bem como a edificações comerciais, onde será dada ênfase à sua demanda por cargas térmicas de condicionamento.

## **6 REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA**

1. AKUTSU, M. e VITTORINO, Fúlvio. Processo para avaliação do desempenho térmico de edificações. In: III SIMPÓSIO IBERO-AMERICANO SOBRE TÉCNICAS CONSTRUTIVAS INDUSTRIALIZADAS PARA HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL – I FÓRUM BRASILEIRO DA CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA - HABITAÇÃO. São Paulo, 1993. Anais do III Simpósio Ibero-americano Sobre Técnicas Construtivas Industrializadas Para Habitação De Interesse Social - 1 Fórum Brasileiro Da Construção Industrializada - Habitação. São Paulo, 1993.