



## INCIDÊNCIA DE VARIÁVEIS DE PROJETO SOBRE O DESEMPENHO TÉRMICO DE HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL NO ESTADO DE PERNAMBUCO .

CLAUDIA LOUREIRO  
Departamento de Arquitetura e Urbanismo  
Centro de Artes e Comunicação / Universidade Federal de Pernambuco

Este artigo analisa o papel de variáveis de projeto sobre o desempenho térmico de habitações de interesse social produzidas no Estado de Pernambuco utilizando-se dados simulados pelo programa. NBSLD. Os resultados simulados embasaram a formulação preliminar de um modelo simplificado de previsão do desempenho térmico de edificações térreas.

This paper issues the role of design variables on the thermal performance of low-income dwellings in the State of Pernambuco, Brazil. The analysis was based on simulated results, using the NBSLD computer program. A simplified method, based on these results, is described.

### 1. INTRODUÇÃO

Nas duas últimas décadas, a construção de unidades habitacionais de interesse social tem se pautado pela adoção de tipologias que, via de regra, não levam em conta fatores regionais e locais, sobretudo de clima, como dado fundamental de projeto. Tal fato é, em parte, responsável pelas inúmeras patologias que afetam tais edificações logo após sua ocupação, destacando-se aquelas referentes ao seu desempenho térmico.

Na busca de desempenho otimizado de tais tipologias, duas dificuldades inicialmente se colocam: 1) o conhecimento da incidência de variáveis de projeto sobre o desempenho térmico de edificações em situações de variação cíclica de clima, o que envolve a obtenção de dados sobre as características térmicas de materiais e componentes de construção e utilização de instrumentos de previsão do desempenho térmico de edificações em tais situações; 2) o conhecimento de características de clima para definição das condições típicas de exposição, o que envolve o levantamento e tratamento de dados climáticos em número suficiente para caracterizar as variações cíclicas do clima no local.

O presente artigo analisa o papel de três variáveis de projeto (sistema construtivo, dimensão da superfície envidraçada e cor da envolvente exterior) sobre o desempenho térmico de unidades habitacionais produzidas pela COHAB/PE, usando como referência as condições climáticas do município do Recife. Os dados para a análise foram obtidos a partir da simulação do comportamento térmico de um ambiente padrão, no qual várias alternativas construtivas foram testadas. O instrumento utilizado para as simulações foi o programa NBSLD - National Bureau of Standards Load Determination. Os resultados obtidos nas simulações embasaram a formulação preliminar de um modelo simplificado de previsão do desempenho térmico de habitações térreas.

### 2. O CLIMA NO ESTADO DE PERNAMBUCO E A TIPOLOGIA DAS HABITAÇÕES DE INTERESSE SOCIAL PRODUZIDAS PELA COHAB/PE

#### 2.1 O clima no Estado de Pernambuco e no município do Recife : breve descrição

O clima no Estado de Pernambuco apresenta as mesmas características do clima na Região Nordeste do Brasil: elevados valores de temperatura do ar durante todo o ano e valores de umidade relativa do ar que variam desde os altos índices da zona litorânea até os baixos índices das zonas do interior do Estado. Segundo a classificação de Koeppen, cinco tipos climáticos podem ser encontrados no Estado (Guerra, 1982). São eles: 1) clima semi-árido quente (BSh); 2) clima quente-úmido com chuvas de verão-outono (Aw'); 3) clima quente-úmido com chuvas de outono-inverno (As'); 4) clima quente-úmido com estação seca compensada por totais elevados: chuvas de outono-inverno (Ams') e 5) clima mesotérmico de verão quente com chuvas de outono-inverno (Cs'a).

O município do Recife acha-se localizado na zona onde predomina o tipo Ams', quente-úmido com estação seca compensada por totais elevados e chuvas de outono-inverno. A principal característica desta zona, além dos elevados valores de temperatura do ar durante todo o ano, é o elevado índice de precipitação pluviométrica anual, com totais acumulados acima de 2000 mm, com estação seca apresentando totais acima de 30 mm. A Tabela 1 apresenta os valores anuais das principais variáveis de clima para o município do Recife, segundo dados publicados nos Anuários Estatísticos do IBGE, de 1982 a 1986.

TABELA 1  
Valores Anuais das Principais Variáveis  
Climáticas para o Município do Recife.  
Período : 1982/1986

Temperatura Média Anual	25.7 °C
Temperatura Máx. Absoluta	33.1 °C
Temperatura Média das Máximas	29.4 °C
Temperatura Mín. Absoluta	17.2 °C

continua

TABELA 1 (continuação)

Temperatura Média das Mínimas	22.1 °C
Umidade Relativa Média Anual	79 %
Precipitação Pluviométrica	2 280 mm

### 2.2 Tipologia das habitações de interesse social produzidas pela COHAB-PE

Até meados da década de 80, a construção de unidades habitacionais de interesse social organizadas sob a forma de conjuntos habitacionais se constituía na principal alternativa técnica para o combate à carência de habitações destinadas às populações de mais baixa renda. A produção de tais conjuntos em todo o Estado de Pernambuco, promovida pela COHAB-PE, toma por base algumas alternativas de projeto arquitetônico, desenvolvidas ao longo das últimas duas décadas. A tipologia arquitetônica e de desenho urbano é a mesma seja o conjunto a ser construído localizado no Sertão ou no litoral do Estado. Basicamente quatro tipologias são utilizadas: a casa térrea, isolada ou geminada; o duplex e o apartamento. Do ponto de vista da tipologia construtiva, há predominância do uso de componentes e elementos cerâmicos, empregados com técnica construtiva tradicional.

### 3. INCIDÊNCIA DE TRÊS VARIÁVEIS DE PROJETO SOBRE O DESEMPENHO TÉRMICO DE UM AMBIENTE PADRÃO

Para simulação do desempenho térmico das unidades habitacionais produzidas pela COHAB-PE, adotou-se um ambiente padrão de 9.00 m<sup>2</sup> de área de piso, com medidas compatíveis com aquelas observadas nos projetos levantados nos arquivos da COHAB-PE. Os sistemas construtivos adotados para as simulações foram compostos a partir das características dos elementos e componentes construtivos mais usualmente empregados no Estado. Tais sistemas foram caracterizados, do ponto de vista térmico, pelos seguintes parâmetros: a) resistência térmica equivalente da envolvente, RE, expressa em m<sup>2</sup>°C/W; b) capacidade térmica equivalente da envolvente, CTE, expressa em Wh/m<sup>2</sup>°C; c) capacidade térmica efetiva interior, expressa em Wh/m<sup>2</sup>°C e d) produto RC do sistema construtivo, correspondente ao produto da resistência térmica equivalente da envolvente e capacidade térmica do sistema como um todo, expresso em horas. A metodologia de cálculo destes parâmetros foi adaptada da proposta por Wentzel & Van Straaten (1981). As simulações foram efetuadas para dois dias típicos de Recife, inverno e verão, caracterizados a partir de levantamento de dados climáticos para o município.

#### 3.1 Efeitos do sistema construtivo sobre o desempenho térmico do ambiente padrão

Para análise dos efeitos da variável 'sistema construtivo', as grandezas da temperatura do ar interior obtidas nas simulações foram correlacionadas ao produto RC do sistema construtivo. Dos resultados obtidos, observa-se:

1. a temperatura do ar interior máxima, TIMAX, e a amplitude da temperatura do ar interior, AI, decrescem à medida que o produto RC do sistema cresce, enquanto a temperatura do ar interior mínima, TIMIN, cresce;
2. a variação da temperatura interior média, TIMED, depende do produto RC do sistema construtivo, estando correlacionada à resistência térmica equivalente da envolvente, RE, e à dimensão da superfície envidraçada.

As figuras 1, 2 e 3 mostram graficamente os resultados obtidos. O coeficiente de correlação das curvas que se ajustam às variações observadas é superior a 0.9, calculadas pelo método dos mínimos quadrados.

#### 3.2 Efeitos da dimensão da superfície envidraçada sobre o desempenho térmico do ambiente padrão

A dimensão da superfície envidraçada foi representada pela relação J, entre a área de superfície envidraçada, Av, em m<sup>2</sup>, e a área de piso, Ap, em m<sup>2</sup>. A característica térmica do vidro foi representada pelo fator de ganho solar, F, calculado pela expressão

$$F = \tau + \frac{\alpha_v U_v}{h_e}$$

Para as simulações, adotou-se um valor de F = 0.87, correspondente a um vidro comum de 3 mm, com coeficiente de transparência,  $\tau = 0.86$ , de absorvância,  $\alpha_v = 0.06$  e coeficiente global de transmissão térmica,  $U_v = 6.00$  W/m<sup>2</sup>°C.

Comparando os resultados obtidos, ilustrados na figura 4, para ambientes com valor de J = 0.09 e 0.54, observa-se que:

1. a magnitude de variação de TIMAX, como decorrência da variação de J, depende da intensidade e da natureza da radiação incidente sobre a face que contém a superfície envidraçada. Assim, nos casos em que tais faces se voltam para o Norte no verão e Sul, no inverno, a variação de TIMAX é pouco significativa para um aumento de 6 vezes da relação J;
2. a variação do parâmetro TIMIN é pouco significativa, podendo mesmo ser de decréscimo em função da incidência de radiação solar sobre a face que contém a superfície envidraçada e das características térmicas dos elementos interiores. A Tabela 2 mostra o desvio de TIMIN em relação à TEMIN, em função da relação J, para quatro sistemas construtivos, com superfície envidraçada voltada para Sul. Observe-se que, o sistema 2, que apresenta ligeiro decréscimo em TIMIN, tem elementos interiores de alta resistência térmica e baixa capacidade térmica (divisórias interiores em painel de madeira).

TABELA 2

Desvio da temperatura interior mínima em relação à temperatura exterior mínima em função da relação J.

Superfície envidraçada orientada para Sul

SC	INVERNO		VERÃO	
	0.09	0.54	0.09	0.54
1	+3.2	+3.2	+4.3	+5.6
2	+2.7	+2.5	+3.6	+4.2
3	+2.5	+2.5	+3.4	+4.6
4	+1.9	+1.8	+2.6	+3.4

As características térmicas dos quatro sistemas acham-se relacionadas na Tabela 3, e os mesmos são descritos no Quadro 1.

#### 3.3 Efeitos da cor da envolvente exterior sobre o desempenho térmico do ambiente padrão

A variável 'cor da envolvente exterior' foi representada pelo coeficiente de absorvância,  $\alpha$ , das paredes exteriores e da cobertura. Para efeitos de simulação, manteve-se fixa a cor da cobertura, para a qual adotou-se um coeficiente de absorvância igual a 0.7, e variou-se a cor das paredes exteriores, variando o coeficiente de absorvância de 0.2 (cor clara) a 0.9 (cor escura).

Comparando os resultados obtidos para o ambiente com paredes exteriores em cor clara, com aqueles obtidos para o ambiente com paredes exteriores em cor escura, observa-se que:

1. os efeitos da variação da cor das paredes exteriores é mais significativo sobre a temperatura interior máxima, TIMAX, do que sobre a temperatura interior mínima, TIMIN. A Tabela 4 mostra os resultados obtidos para os quatro sistemas construtivos descritos no Quadro 1. Os resultados estão expressos em termos do desvio de TIMAX e TIMIN para o ambiente com paredes exteriores em cor escura em relação aos resultados obtidos para o ambiente com paredes exteriores em cor clara.
2. a variação da cor da envolvente exterior tem efeitos significativos sobre o amortecimento da onda de calor,

representado pela relação AI/AE, entre a amplitude da temperatura do ar interior e a amplitude de temperatura do ar exterior. Observa-se, dos resultados obtidos, que tal relação aumenta quando aumenta o coeficiente de absorvância, relativizando o papel das características térmicas do sistema construtivo no amortecimento. A Tabela 5 mostra a comparação entre os resultados obtidos, expressos em termos do desvio da relação AI/AE para os ambientes com parede exterior em cor escura em relação aos valores da relação AI/AE para os ambientes com parede exterior em cor clara.

QUADRO 1  
Descrição dos sistemas construtivos simulados

SISTEMA	DESCRIÇÃO
1	Cobertura : telha cimento-amianto com forro em gesso, ático não ventilado. Paredes : tijolo cerâmico maciço, com revestimento, espessura de 20 cm.
2	Cobertura : telha cimento-amianto com forro em gesso, ático não-ventilado. Paredes exteriores : tijolo cerâmico maciço com revestimento, espessura de 20 cm. Paredes interiores : divisória dupla, com câmara de ar fechada, em pinus.
3	Cobertura : telha cerâmica com forro em laje mista com elementos cerâmicos, ático não ventilado. Paredes : bloco cerâmico vazado (8 furos), com revestimento.
4	Cobertura : telha cimento-amianto com forro gesso, ático não-ventilado. Paredes : bloco cerâmico vazado (8 furos), com revestimento.

TABELA 3  
Características térmicas dos sistemas construtivos simulados

SC	J	RE (1)	CTE (2)	CTI (2)	RC (3)
1	0.09	0.34	241.9	317.9	53.3
	0.54	0.29	186.6	271.1	37.2
2	0.09	0.34	241.9	171.0	34.3
	0.54	0.29	186.6	145.9	27.0
3	0.09	0.40	226.0	317.7	35.6
	0.54	0.33	186.5	266.0	24.6
4	0.09	0.36	59.8	203.5	26.5
	0.54	0.30	49.0	169.5	18.4

(1) em  $m^2QC/W$ ; (2) em  $kJ/m^2QC$ ; (3) em horas

### 3.4 Análise dos resultados obtidos

A análise dos resultados obtidos demonstra que o estudo do comportamento térmico de uma edificação não pode se referir apenas a uma variável de projeto, por exemplo, sistema construtivo, como é comum na literatura, dado que a incidência de variáveis tais como dimensão e orientação da superfície envidraçada, ou cor da envolvente exterior, para citar apenas algumas, são extremamente importantes na definição deste comportamento.

Os resultados expostos acima permitem estabelecer a hipótese de que o fenômeno térmico envolvido na determinação do desempenho térmico de uma edificação pode ser de composto em dois fenômenos parciais: 1) o primeiro dependente da variação da temperatura do ar exterior, que estabelece as interrelações entre condições de exposição e características térmicas do sistema construtivo. Neste caso, os fenômenos se dão como se não houvesse incidência de radiação solar sobre a envolvente; 2) um segundo fenômeno parcial, dependente da variação da radiação solar que incide sobre a envolvente e que se traduz em um suplemento sobre a temperatura do ar interior.

TABELA 4

Desvio de TIMAX e de TIMIN para ambiente com parede exterior em cor escura em relação a TIMAX e TIMIN para o ambiente com parede exterior em cor clara.

Superfície envidraçada orientada para Sul

SC	INVERNO		VERÃO	
	$\Delta$ TIMAX	$\Delta$ TIMIN	$\Delta$ TIMAX	$\Delta$ TIMIN
1	+ 1.2	+ 0.8	+ 2.4	+ 1.7
2	+ 1.2	+ 0.8	+ 2.5	+ 1.7
3	+ 2.2	+ 0.5	+ 3.9	+ 1.1
4	+ 2.2	+ 0.4	+ 3.8	+ 0.8

\*  $\Delta$  = desvio

TABELA 5

Varição da relação AI/AE como decorrência da variação do coeficiente de absorvância.

Superfície envidraçada voltada para Sul

SC	INVERNO			VERÃO		
	AI/AE	AI/AE	$\Delta$	AI/AE	AI/AE	$\Delta$
	0.2	0.9		0.2	0.9	
1	0.32	0.36	+0.04	0.41	0.49	+ 0.08
2	0.45	0.49	+0.04	0.58	0.67	+ 0.09
3	0.55	0.75	+0.20	0.69	1.00	+ 0.31
4	0.69	0.91	+0.22	0.88	1.21	+ 0.33

Assim sendo, o desempenho térmico de uma edificação pode ser estabelecido como decorrência destes dois efeitos parciais.

### 4. FORMULAÇÃO PRELIMINAR DE UM MODELO SIMPLIFICADO PARA PREVISÃO DO DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFICAÇÕES TERREAS

Considerando a decomposição do fenômeno térmico envolvido na determinação do desempenho térmico da edificação em dois fenômenos parciais, foi formulado um modelo simplificado para previsão do comportamento térmico de edificações terreas. O modelo toma por base a resposta da edificação à variação da temperatura do ar exterior e à variação da radiação solar global, e se estrutura em torno do cálculo de dois parâmetros da temperatura do ar exterior: 1) amplitude da temperatura do ar interior, AI, calculada a partir da relação AI/AE, sendo AE a amplitude da temperatura do ar exterior; 2) temperatura do ar interior média, TIMED, calculada a partir da diferença TIMED - TEMED, onde TEMED é a temperatura do ar exterior média.

#### 4.1 Cálculo da amplitude da temperatura interior, AI

O cálculo da amplitude da temperatura do ar interior se baseia na decomposição dos dois fenômenos parciais anteriormente referidos: o primeiro considera o cálculo da amplitude da temperatura do ar interior na ausência de radiação solar, função, portanto, da característica térmica do sistema construtivo, representada pelo produto RC do sistema; o segundo, considera o cálculo do suplemento sobre AI, em função da cor da envolvente exterior e da dimensão da superfície envidraçada.

A amplitude da temperatura do ar interior na ausência de radiação solar é deduzida da correlação empírica representada na figura 5, entre a relação AI/AE, a resistência térmica equivalente da envolvente, RE, e o produto RC do sistema. A função geométrica que se ajusta aos resultados obtidos nas simulações, calculada pelo método dos mínimos quadrados, tem coeficiente de correlação igual a 0.93.

A contribuição da radiação solar global sobre a amplitude da temperatura do ar interior, representa a tradu-

ção dos efeitos da incidência de radiação solar sobre as superfícies opacas e transparentes da envolvente da edificação, sob a forma de suplemento de temperatura. A contribuição deste suplemento na amplitude da temperatura do ar interior é afetada por um coeficiente de amortecimento em função da característica térmica do sistema, representada pelo produto RC. O valor final da amplitude da temperatura do ar interior é dado pela expressão abaixo, que traduz a soma dos dois efeitos parciais descritos

$$AI = A_i + m \text{ SUPLE} \quad (2C)$$

onde

$A_i$  é o valor da amplitude de temperatura do ar interior na ausência de radiação solar, deduzido da figura 5.

$m$  é o valor do amortecimento sobre o suplemento de temperatura SUPLE, dado pela expressão abaixo, baseada na expressão do coeficiente de amortecimento proposto por Mackey & Wright (1946)

$$m = e^{-\sqrt{0.1308 RC}}$$

SUPLE é o valor do suplemento de temperatura sobre a parcela referente à amplitude de temperatura do ar interior na ausência de radiação solar, dado pela expressão abaixo

$$\text{SUPLE} = RE(R_m.F.J) + \Sigma \frac{\alpha R_m}{h_e} \cdot P \quad (2C)$$

onde

$R_m$  é o valor médio em 24 horas da radiação solar global incidente sobre a superfície envidraçada, em  $W/m^2$ ;

$RE$  é o valor da resistência térmica equivalente da envolvente, em  $m^2 \text{ } ^\circ C/W$ ;

$F$  é o fator de ganho solar da superfície envidraçada;

$J$  é a relação adimensional entre a área de superfície envidraçada e a área de piso;

$\alpha$  é o coeficiente de absorvância da superfície exposta à radiação solar;

$h_e$  é o valor da condutância térmica superficial externa, em  $W/m^2 \text{ } ^\circ C$ ;

$P$  é a relação entre área de superfícies opacas expostas à radiação solar e a área de piso.

#### 4.2 Cálculo da diferença entre as temperaturas médias TIMED-TEMED

O cálculo da diferença TIMED - TEMED toma por base a de composição do fenômeno nos mesmos fenômenos parciais anteriormente descritos. O primeiro considera o cálculo da temperatura interior média para um ambiente fictício com as mesmas características do ambiente real, sem aberturas. O valor de TIMED neste caso independe das características térmicas do sistema construtivo e é função da radiação incidente sobre as superfícies expostas da envolvente e da cor destas superfícies, ou seja, do fator de ganho solar das mesmas. A figura 6 mostra a correlação entre o fator de ganho solar das paredes exteriores,  $G_v$ , e a diferença TIMED - TEMED para um ambiente sem aberturas,  $\Delta \theta_{med}$ . O valor do fator  $G_v$  considera apenas o fator de ganho solar das paredes exteriores (não considera a cobertura) e é dado pela expressão abaixo

$$G_v = \Sigma \frac{\alpha R_m}{h_e}$$

O segundo fenômeno considera a contribuição sobre TIMED da radiação solar global que penetra no ambiente através da superfície envidraçada. Tal contribuição é função da intensidade de radiação solar incidente sobre a face que contém a superfície envidraçada, da resistência térmica equivalente da envolvente,  $RE$ , e da constante empírica  $K$ , função da cor da envolvente. A diferença MED, entre os valores de TIMED e de TEMED é calculada pela expressão abaixo

$$MED = \Delta \theta_{med} + K [RE(R_m.F.J)] \quad (2C)$$

#### 4.3 Cálculo da temperatura interior máxima e da temperatura interior mínima

Uma vez estabelecidos os valores dos parâmetros AI e MED, amplitude da temperatura do ar interior e diferença entre a temperatura interior média e a temperatura exterior média, respectivamente, os valores máximos e mínimos da temperatura do ar interior podem ser calculados a partir das expressões abaixo

$$TIMAX = TIMED + AI/2 \quad (2C)$$

$$TIMIN = TIMAX - AI \quad (2C)$$

A Tabela 6 mostra uma comparação entre os resultados obtidos com a aplicação do modelo simplificado e aqueles obtidos com a aplicação do NBSLD, para um dia típico de inverno em Recife, para os quatro sistemas construtivos anteriormente analisados.

TABELA 6

Comparação entre os valores de TIMAX e de TIMIN calculados através do modelo simplificado e os resultados obtidos com a aplicação do NBSLD

SC	J	SUL/INVERNO*		TIMIN	
		TIMAX Mod.	NBSLD	Mod.	NBSLD
1	0.09	26.2	25.8	22.9	23.1
	0.54	27.0	27.0	22.4	23.1
2	0.09	26.7	26.4	22.3	22.6
	0.54	27.8	27.9	21.6	22.4
3	0.09	27.3	27.1	21.7	22.4
	0.54	28.5	28.4	20.9	22.4
4	0.09	27.8	27.7	21.2	21.8
	0.54	29.2	29.0	20.2	21.7

\* orientação da superfície envidraçada e dia típico

#### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O modelo simplificado proposto representa uma primeira fase de estudos iniciada com a elaboração de dissertação para obtenção de grau de Mestre. Ao tomar por base resultados de simulações, o modelo está sujeito a inúmeros desvios em relação às situações reais. No entanto o grau de concordância com os resultados obtidos a partir da aplicação do NBSLD indicam que o modelo preliminar aqui exposto representa um caminho a ser investigado. Neste sentido, encontra-se em elaboração propostas de programas de estudo para teste do modelo a partir da obtenção de dados experimentais.

#### 6. BIBLIOGRAFIA

GUERRA, Ignez Amélia Teixeira. Tipos de clima do Nordeste. In: 3º livro da seca, Mossoró, Organização Vingt-Un Rosado, 1982

MACKAY, C.O & WRIGHT, L.T. Periodic heat-flow - composite walls and roofs. Trans. ASHVE 52, 283, 1946

WENTZEL, J.D. & VAN STRAATEN, J.F. The prediction of the thermal performance of building by a simplified empirical procedure. THIRD ASTM/CIB/RILEM SYMPOSIUM ON PERFORMANCE CONCEPT IN BUILDINGS, march 1981.

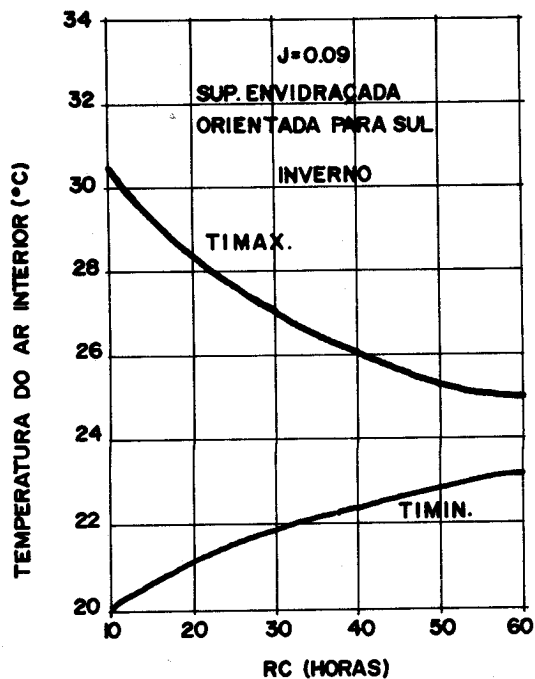


Figura 1 . Variação da temperatura interior máxima (TIMAX) e da temperatura interior mínima (TIMIN) em função do produto RC do sistema construtivo. Dia típico de inverno, Recife, superfície envidraçada orientada para Sul.

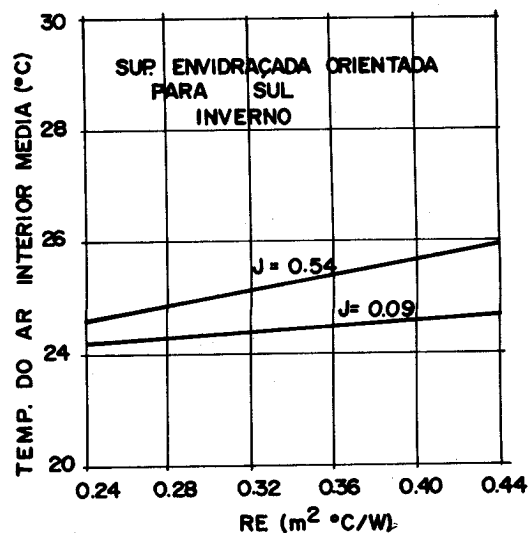


Figura 3 . Variação da temperatura interior média (TIMED) em função da resistência térmica equivalente da envolvente, RE . Dia típico de inverno, Recife, superfície envidraçada voltada para Sul.

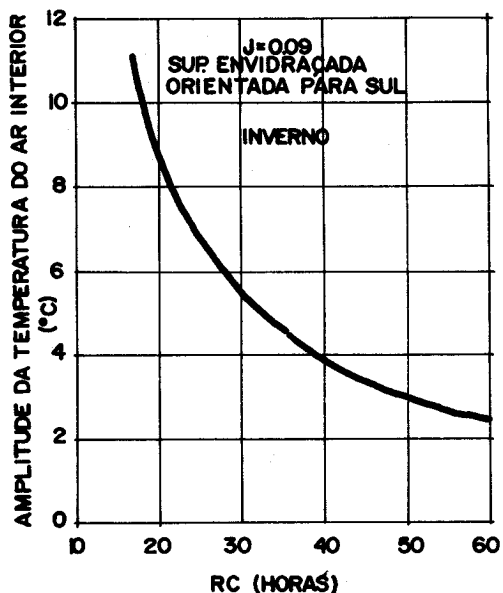


Figura 2. Variação da amplitude da temperatura do ar interior (AI) em função do produto RC do sistema construtivo. Dia típico de inverno, Recife, superfície envidraçada orientada para Sul.

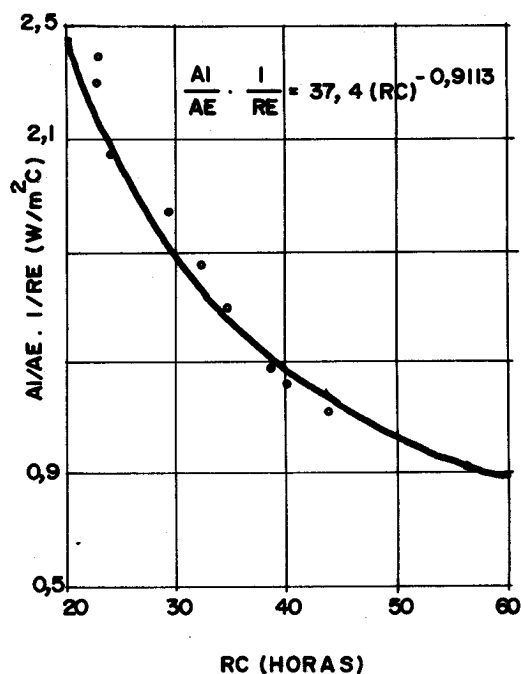


Figura 5. Relação entre a relação entre amplitudes da temperatura do ar (interior e exterior), resistência térmica equivalente da envolvente e produto RC do sistema construtivo.

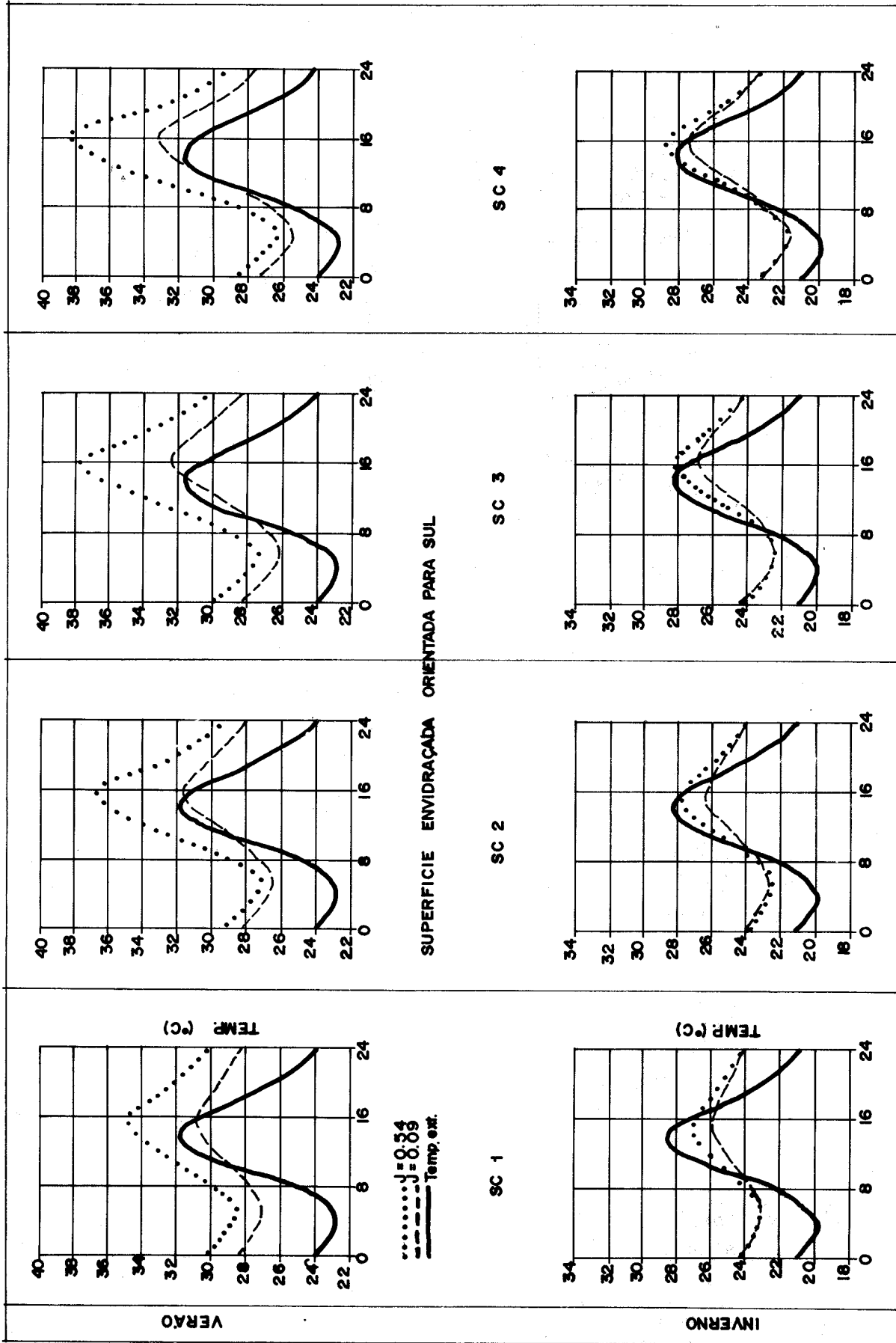


Figura 4. Temperatura do ar interior para ambiente com superfície envidraçada orientada para Sul; dia típico de inverno e verão, Recife, Sistemas construtivos SC 1, SC 2, SC 3 e SC 4.

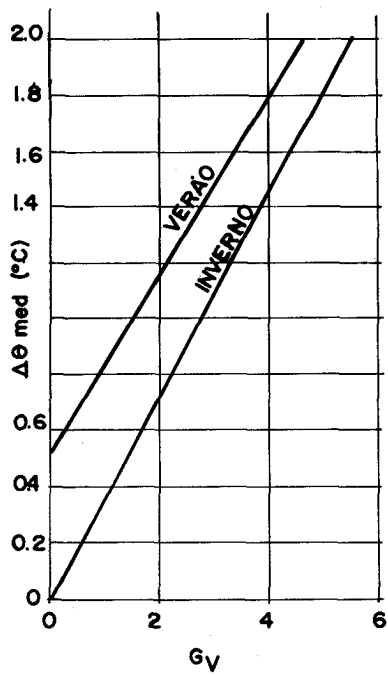


Figura 6. Relação entre o fator de ganho solar das superfícies verticais,  $G_v$ , e a diferença  $T_{IMED} - T_{EMED}$  para ambiente na ausência de superfície envidraçada.

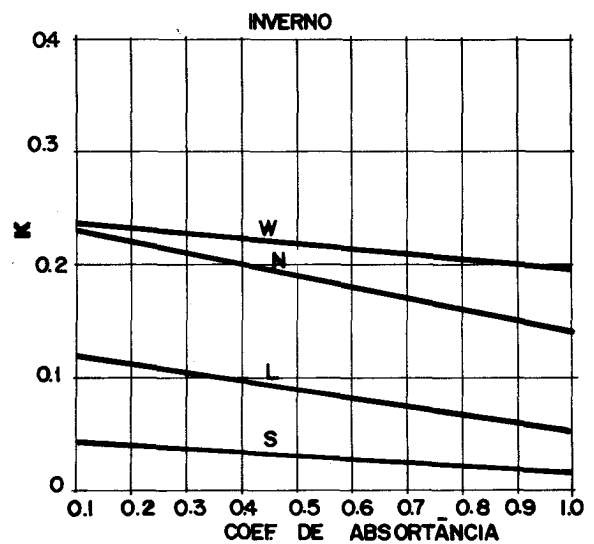
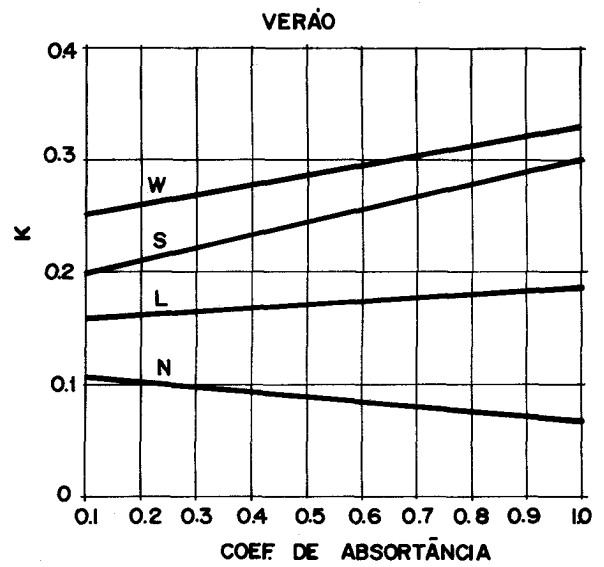


Figura 7. Valores da constante K para inverno e verão.