

# HABITAÇÕES MULTIPAVIMENTOS DE INTERESSE SOCIAL: O USO DE VEDAÇÕES EM CONCRETO E A INFLUÊNCIA DA MASSA ESPECÍFICA DO PAINEL NO CONFORTO TÉRMICO

**Helenice M. Sacht**

Mestranda, Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, USP, e-mail: hmsacht@sc.usp.br

**João A. Rossignolo**

Professor-Doutor, Departamento de Arquitetura e Urbanismo da Escola de Engenharia de São Carlos, EESC-USP, e-mail: jarossig@sc.usp.br

## Resumo

Apresenta-se uma proposta de avaliação do desempenho térmico de uma tipologia habitacional multipavimentos (V052H-01) executada pela CDHU, utilizando vedações em painéis monolíticos de concreto de espessura 8 cm e massas específicas variando entre 2400 e 1600 kg/m<sup>3</sup>. Neste trabalho foi analisada, especificamente, a influência dos tipos de vedação no desempenho térmico da habitação: para o pavimento da cobertura e para o pavimento intermediário. Foram determinados os critérios iniciais de estudo e executadas simulações computacionais (inverno e verão), numa tipologia multipavimentos para oito cidades, empregando o software Arqitrop 3.0. Observou-se que, em ambas as estações, somente para o verão as tipologias do pavimento intermediário das cidades de Ponta Grossa, São Paulo e Belém atenderam ao nível mínimo de desempenho de acordo com o projeto de norma.

*Palavras-chave:* desempenho térmico, habitação de interesse social multipavimentos, painéis de concreto moldados *in loco*.

## Introdução

A carência habitacional é, atualmente, um dos maiores desafios urbanos para as políticas públicas das cidades brasileiras e deve impulsionar a busca de soluções tecnológica, econômica e ambientalmente apropriadas para atender a essas necessidades. De acordo com dados do IBGE, o déficit habitacional brasileiro foi de 7.903 milhões de domicílios em 2005 (DÉFICIT, 2007). Os sistemas construtivos utilizados na produção das vedações, na maioria das obras brasileiras, apresentam elevado desperdício de mão-de-obra, componentes e materiais, pelo emprego de técnicas não racionalizadas (Lordsleem Júnior, 1998).

Neste artigo, especificamente, o objeto de estudo será o sistema construtivo de painéis monolíticos de concreto moldados *in loco*, presente no Brasil desde a década de 1980, que apresenta maior produtividade e menor desperdício quando comparado aos usualmente empregados.

Para esse sistema construtivo, as características do concreto empregado, principalmente a trabalhabilidade, têm papel fundamental na execução e no desempenho dos painéis de vedação. Geralmente utiliza-se o concreto tradicional para edifícios de

múltiplos andares e o concreto leve celular para edificações térreas. O concreto deve apresentar trabalhabilidade adequada para moldagem (abatimento do tronco-de-cone geralmente acima de 150 mm); resistência à compressão entre 8 e 12 horas acima de 1,0 MPa para possibilitar a desforma sem causar danos aos painéis; resistência à compressão aos 28 dias de acordo com projeto estrutural e com o ambiente de exposição; e durabilidade em conformidade com o tempo de vida útil de projeto.

Para consolidar a utilização desse sistema ainda são necessários alguns estudos sobre suas propriedades, como a massa específica dos concretos e a espessura do painel, de acordo com o local a ser empregado, características estas ligadas diretamente às questões de desempenho térmico que serão abordadas especificamente neste estudo.

## Objetivos

O objetivo deste trabalho é apresentar um estudo de avaliação do desempenho térmico para verão e inverno de uma tipologia habitacional multipavimentos (V052H-01), executada pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São

Paulo (CDHU) em fase de projeto, utilizando painéis de concreto com 8 cm de espessura e massas específicas variadas (2400 a 1600 kg/m<sup>3</sup>). Essa análise deu-se para a tipologia do pavimento da cobertura e do pavimento intermediário, neste caso, o segundo pavimento.

## Metodologia

Na avaliação de desempenho térmico da tipologia multipavimentos (V052H-01) foi empregada simulação computacional com o software Arqutrop 3.0. Os parâmetros para essa avaliação foram as recomendações do Projeto de Norma de Desempenho de Edifícios Habitacionais de até cinco pavimentos (ABNT, 2007) para os dias críticos de projeto para inverno (22 de junho) e verão (22 de dezembro) em oito cidades representativas das Zonas Bioclimáticas Brasileiras (ABNT, 2005).

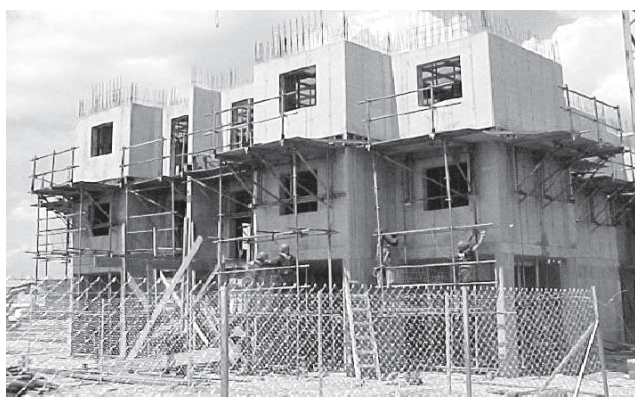
Primeiramente, foram definidos critérios iniciais de estudo que compreenderam os dados necessários para a execução das simulações computacionais de desempenho térmico das habitações, entre eles: definição da tipologia habitacional multipavimentos a ser analisada, tendo por referência as empregadas atualmente pela CDHU; levantamento de dados comportamentais dos usuários; e, por último, determinação das cidades representativas das regiões bioclimáticas. Na pesquisa por projetos na CDHU, verificou-se que atualmente uma das tipologias habitacionais multipavimentos executadas pela CDHU é a V052H-01 (Figuras 3 e 4), a qual foi escolhida para ser objeto das simulações.

Durante as primeiras simulações observou-se que seria necessário adotar precisamente algumas variáveis solicitadas pelo software ARQUITROP 3.0, relacionadas à condição de ocupação e à ventilação das habitações. Com informações mais exatas sobre o comportamento dos moradores, os resultados estariam

mais próximos da realidade. Esses dados foram obtidos por meio de entrevistas em um total de 70 domicílios, sendo 43 deles no Conjunto Valdomiro Lobbe Neto e 27 no Conjunto Romeo Santini, ambos no município de São Carlos, SP.

A seleção das cidades para as simulações computacionais (Quadro 1) da habitação multipavimentos foi feita aleatoriamente, de acordo com as regiões bioclimáticas e de forma a dar maior destaque para o Estado de São Paulo.

Para cada uma dessas cidades foi analisada a tipologia V052H-01 (Antiga VI22B-V2), com uso de cobertura de telha cerâmica e laje na cobertura. As simulações foram executadas também para o pavimento intermediário, no caso o segundo, considerando painéis com diferentes massas específicas dos concretos e espessura de 8 cm. Nas simulações foram utilizados concretos com massas específicas entre 1600 e 2400 kg/m<sup>3</sup> (1600, 1800, 2000, 2200 e 2400 kg/m<sup>3</sup>); consumo de cimento em torno de 300 kg/m<sup>3</sup>; trabalhabilidade adequada para moldagem (*Slump* de 160 ± 10 mm); e relação a/c de cerca de 0,6. Os materiais utilizados para produção dos concretos foram: cimento Portland composto de escória de alto-forno (CPII E32), fabricado pela empresa Ciminas S.A. (grupo Holdercim), com massa específica de 2,96 g/cm<sup>3</sup> e área específica Blaine de 4.023 cm<sup>2</sup>/g; aditivo mineral Metacaulim, cuja massa específica é de 2,65 g/cm<sup>3</sup>, área específica em torno de 327.000 cm<sup>2</sup>/g e teor de SiO<sub>2</sub> de 51,6%; areia natural quartzosa, brita basáltica 01 e dois tipos de argila expandida, Cinexpan 0500 (D<sub>max</sub> = 5,0 mm) e Cinexpan 1506 (D<sub>max</sub> = 12,5 mm) (Tabela 1); e o superplastificante do tipo Glenium 51 (policarboxilato) com massa específica entre 1,067 e 1,107 g/cm<sup>3</sup> e teor de sólidos entre 28,5% e 31,5%. A Tabela 9 mostra a quantidade de materiais utilizada para a produção de 1 m<sup>3</sup> de concreto.



**Figura 1** INPAR – edifício multipavimentos, após a retirada das fôrmas. *Fonte:* INPAR, 2007.



**Figura 2** GETHAL – sistema com formas trepantes para habitações multipavimentos. *Fonte:* Gethal, 2006.

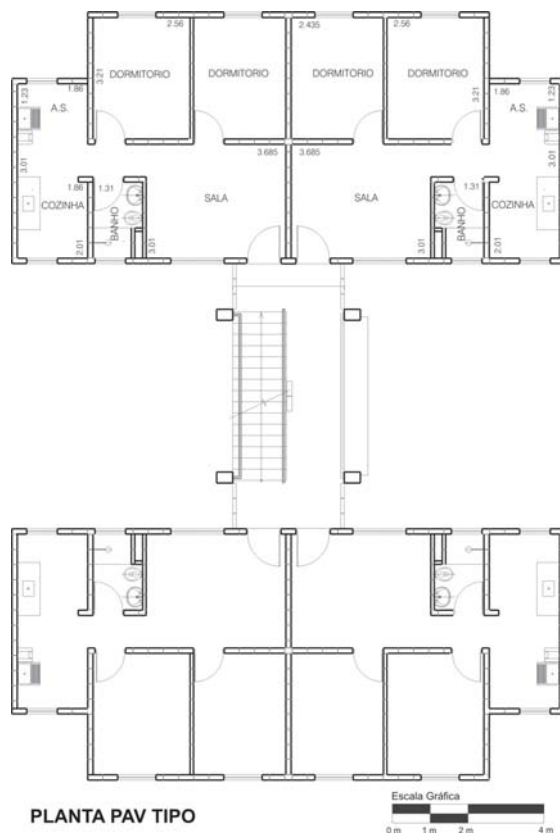


Figura 3 Projeto CDHU – padrão habitacional V052H-01. Fonte: CDHU, 2007.

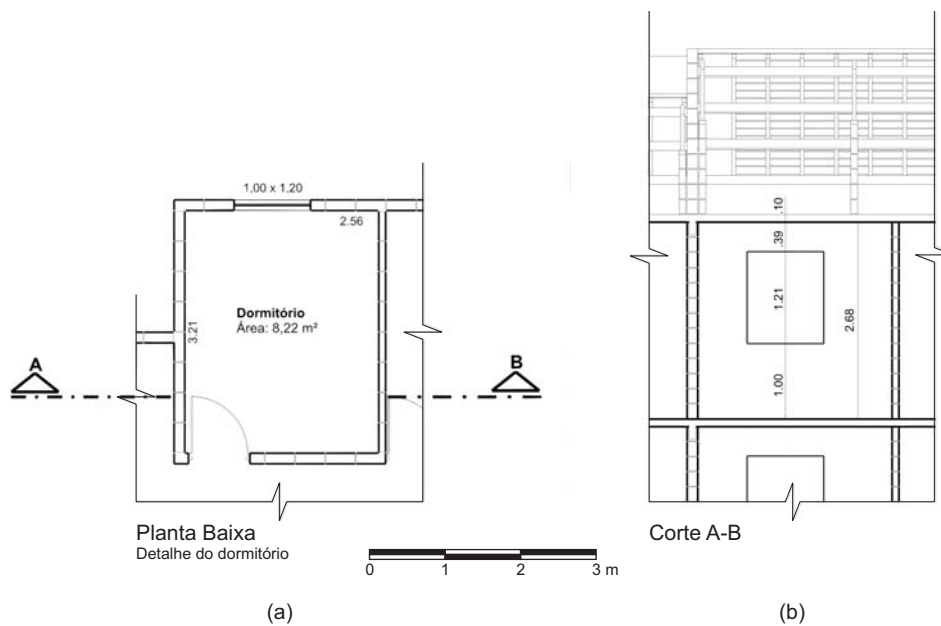


Figura 4 Detalhe do dormitório – projeto CDHU: (a) padrão habitacional V052H-01; (b) elevação da tipologia V052H-01 – CDHU com cobertura de telha cerâmica e laje. Fonte: CDHU, 2007.

**Quadro 1** Cidades adotadas para simulação do desempenho térmico das habitações.

Cidade	Zona bioclimática
Caxias do Sul – RS	1
Ponta Grossa – PR	2
São Paulo – SP	3
São Carlos – SP	4
Santos – SP	5
Presidente Prudente – SP	6
Teresina – PI	7
Belém – PA	8

**Tabela 1** Características dos agregados.

Agregado	D <sub>max</sub> (mm) NBR 7211	Massa específica (g/cm <sup>3</sup> ) NBR 9776	Massa unitária (g/cm <sup>3</sup> ) NBR 7251	Absorção de água (% em massa)	
				30 min.	24 h
Areia	2,4	2,63	1,49	–	–
Brita basáltica 01	19,0	2,87	1,32	–	–
Argila expandida 0500 (CINEXPAN 0500)	5,0	1,51	0,86	1,8	6,0
Argila expandida 1506 (CINEXPAN 1506)	12,5	1,11	0,59	2,7	7,0

**Tabela 2** Tabela quantitativa dos materiais utilizados para 1 m<sup>3</sup> de concreto.

Traço	CPII E 32	Metacaulin	Areia	Brita 01	Argila expandida 0500	Argila expandida 1506	Glenium	Água	a/ aglo	Massa específica seca aos 28 dias (kg/m <sup>3</sup> )
(1)	310,68	31,07	894,77	1093,61	0,00	0,00	2,33	178	0,52	2364,0
(2)	312,06	31,21	858,15	686,52	0,00	171,63	2,34	172	0,50	2014,0
(3)	313,38	31,34	902,53	300,84	0,00	300,84	2,35	192	0,55	1781,0
(4)	307,77	30,78	899,91	0,00	0,00	423,49	2,31	212	0,62	1589,0
(5)	307,88	30,79	95,44	0,00	362,68	496,30	2,31	200	0,59	1216,0
<i>Slump</i>				<b>160 ± 10 mm</b>						

De acordo com o projeto de norma (ABNT, 2007), nesta pesquisa utilizou-se a análise da edificação na fase de projeto, com o objetivo de avaliar a influência do tipo de massa específica dos painéis de concreto no desempenho térmico das habitações multipavimentos. Segundo o mesmo projeto de norma (ABNT, 2007), para edificações na fase de projeto, a avaliação de desempenho térmico deve ser feita nos dias considerados críticos de projeto, sendo 22 de dezembro para verão e 22 de junho para inverno, utilizando os dados climáticos da cidade, que neste

caso já estavam inseridos no banco de dados do software.

Na simulação computacional foi utilizado o software ARQUITROP, versão 3.0, que é um sistema integrado de rotinas e bancos de dados para apoio às atividades de projeto em arquitetura e engenharia visando ao conforto térmico e à eficiência energética em edificações (Roriz & Basso, 1989). Neste estudo foi adotado o quarto como cômodo padrão para análise, por ser o ambiente onde os usuários mais permanecem, de acordo com o levantamento de dados comportamentais

e para simplificar o processo de análise. As simulações foram realizadas tendo por parâmetros as diretrizes e recomendações da NBR 15220 (ABNT, 2005), bem como o Projeto de Norma 02: 136.01.001 (ABNT, 2007).

Para a realização das simulações computacionais foram necessários os seguintes dados: título do projeto, número de pavimentos (no caso, 2º e 4º pavimentos), cor da face superior (escura), pé direito (de acordo com o projeto da CDHU), número de fachadas (2, de acordo com o Projeto de Norma 02:136.01.001) e área de ventilação (50% da área da janela).

Os níveis de desempenho foram adotados de acordo com Projeto de Norma 02: 136.01.001 (ABNT, 2007) e devem ser entendidos como (Quadros 3 e 4) (ABNT, 2007): nível de desempenho M: atende às exigências mínimas do usuário e deve ser obrigatoriamente atendido; nível de desempenho I: representa as exigências ideais do usuário, além das mínimas, e não é obrigatório; nível de desempenho S: excede o nível mínimo e as exigências mínimas do usuário, e não é obrigatório. As análises dos resultados das simulações consideram tanto para inverno quanto para verão os critérios apresentados anteriormente.

## Apresentação e Discussão dos Resultados

A partir das entrevistas, foi determinado que o número médio de ocupantes por domicílio é 2 pessoas, o horário de início da ocupação foi 21 horas e a duração da ocupação foi de 9 horas. Em relação à ventilação, o horário de abertura da janela foi 9 horas e a permanência de abertura foi de 13h30.

### Resultados das simulações computacionais para o inverno

Todas as simulações computacionais previstas foram executadas e os respectivos resultados, analisados. Os resultados das simulações para o inverno são mostrados nas Tabelas 3 e 4.

Analisando as tabelas de resultados (Tabelas 3 e 4), observou-se que para o inverno nem mesmo o nível mínimo de desempenho ( $T_{\text{mínima interna}} \geq T_{\text{mínima externa}} + 3^{\circ}\text{C}$ ) atendeu ao projeto de norma para as localidades analisadas. Porém, no inverno observam-se temperaturas mínimas internas mais elevadas para as maiores massas específicas e, ainda, as temperaturas mínimas internas apresentaram-se elevadas em cerca de  $0,5^{\circ}\text{C}$  para as tipologias da cobertura.

**Quadro 2** Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de inverno.

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 5*	Zonas bioclimáticas 6, 7 e 8
M	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 3^{\circ}\text{C})$	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado.
I	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 5^{\circ}\text{C})$	
S	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 7^{\circ}\text{C})$	
$T_{i, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados. $T_{e, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados. * Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.		

Fonte: ABNT, 2007.

**Quadro 3** Critério de avaliação de desempenho térmico para condições de verão.

Nível de desempenho	Critério	
	Zonas bioclimáticas 1 a 7*	Zona bioclimática 8
M	$T_{i, \max} \leq T_{e, \max}$	$T_{i, \max} \leq T_{e, \max}$
I	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 2^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 1^{\circ}\text{C})$
S	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 4^{\circ}\text{C})$	$T_{i, \max} \leq (T_{e, \max} - 2^{\circ}\text{C})$ e $T_{i, \min} \leq (T_{e, \min} + 1^{\circ}\text{C})$
$T_{i, \max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados. $T_{e, \max}$ é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados. $T_{i, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados. $T_{e, \min}$ é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados. * Zonas bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.		

Fonte: ABNT, 2007.

**Tabela 3** Resultados das simulações computacionais para o inverno: cobertura.

<b>Simulações inverno - cobertura</b>					
<b>Cidade</b>	<b>Zona bioclimática</b>	<b>Massa específica (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Temperatura mínima interna (°C)</b>	<b>Temperatura mínima externa (°C)</b>	<b>Nível de desempenho</b>
Caxias do Sul	1	2400	10,3	8,8	Não atende
		2200	10		Não atende
		2000	10		Não atende
		1800	9,9		Não atende
		1600	9,8		Não atende
Ponta Grossa	2	2400	11,1	9,3	Não atende
		2200	11,3		Não atende
		2000	11		Não atende
		1800	10,9		Não atende
		1600	10,8		Não atende
São Paulo	3	2400	13,1	11,2	Não atende
		2200	13		Não atende
		2000	13		Não atende
		1800	12,9		Não atende
		1600	12,8		Não atende
São Carlos	4	2400	15,2	13,3	Não atende
		2200	13		Não atende
		2000	15,1		Não atende
		1800	15		Não atende
		1600	14,9		Não atende
Santos	5	2400	17,4	16	Não atende
		2200	17,4		Não atende
		2000	17,3		Não atende
		1800	17,2		Não atende
		1600	17,2		Não atende
Presidente Prudente	6	2400	16,8	14,8	Dispensa verificação
		2200	16,7		
		2000	16,7		
		1800	16,6		
		1600	16,5		
Teresina	7	2400	23,7	21,4	Dispensa verificação
		2200	23,6		
		2000	23,5		
		1800	23,4		
		1600	23,4		
Belém	8	2400	24,5	22,7	Dispensa verificação
		2200	24,4		
		2000	24,3		
		1800	24,2		
		1600	24,2		

**Tabela 4** Resultados das simulações computacionais para o inverno: pavimento intermediário.

<b>Simulações inverno - pavimento intermediário</b>					
<b>Cidade</b>	<b>Zona bioclimática</b>	<b>Massa específica (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Temperatura mínima interna (°C)</b>	<b>Temperatura mínima externa (°C)</b>	<b>Nível de desempenho</b>
Caxias do Sul	1	2400	8,6	8,8	Não atende
		2200	8,4		Não atende
		2000	8,9		Não atende
		1800	8,7		Não atende
		1600	8,5		Não atende
Ponta Grossa	2	2400	9,6	9,3	Não atende
		2200	9,4		Não atende
		2000	9,8		Não atende
		1800	9,6		Não atende
		1600	9,5		Não atende
São Paulo	3	2400	12,8	11,2	Não atende
		2200	12,5		Não atende
		2000	12,3		Não atende
		1800	12,5		Não atende
		1600	12,1		Não atende
São Carlos	4	2400	14,5	13,3	Não atende
		2200	14,4		Não atende
		2000	14,3		Não atende
		1800	14,2		Não atende
		1600	14,1		Não atende
Santos	5	2400	17,4	16	Não atende
		2200	17,4		Não atende
		2000	17,3		Não atende
		1800	17,2		Não atende
		1600	17,2		Não atende
Presidente Prudente	6	2400	16,1	14,8	Dispensa verificação
		2200	16		
		2000	15,9		
		1800	15,7		
		1600	15,6		
Teresina	7	2400	22,8	21,4	Dispensa verificação
		2200	22,7		
		2000	22,5		
		1800	22,4		
		1600	22,3		
Belém	8	2400	23,8	22,7	Dispensa verificação
		2200	23,7		
		2000	23,6		
		1800	23,5		
		1600	23,4		



**Resultados das simulações computacionais para o verão**

Nas Tabelas 5 e 6 são mostrados os resultados das simulações computacionais para o verão.

Para o verão, observou-se que nas tipologias da cobertura nem mesmo o nível mínimo de desempenho

(M) ( $T$  máxima interna  $\leq T$  máxima externa) foi atendido para as localidades analisadas, principalmente pelo fato de a cobertura receber maior radiação solar. Porém, observaram-se temperaturas máximas internas menos elevadas para as maiores massas específicas.

**Tabela 5** Resultados das simulações computacionais para o verão: cobertura.

Simulações verão – cobertura					
Cidade	Zona bioclimática	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura máxima interna (°C)	Temperatura máxima externa (°C)	Nível de desempenho
Caxias do Sul	1	2400	27,9	26,2	Não atende
		2200	28		Não atende
		2000	28,1		Não atende
		1800	28,2		Não atende
		1600	28,3		Não atende
Ponta Grossa	2	2400	28	27,2	Não atende
		2200	28,1		Não atende
		2000	28,2		Não atende
		1800	28,2		Não atende
		1600	28,3		Não atende
São Paulo	3	2400	27,9	25,9	Não atende
		2200	26,7		Não atende
		2000	26,7		Não atende
		1800	26,8		Não atende
		1600	26,9		Não atende
São Carlos	4	2400	27,8	26,9	Não atende
		2200	27,9		Não atende
		2000	27,9		Não atende
		1800	28		Não atende
		1600	28		Não atende
Santos	5	2400	28,3	27,5	Não atende
		2200	28,9		Não atende
		2000	29		Não atende
		1800	29		Não atende
		1600	29,1		Não atende
Presidente Prudente	6	2400	31,7	30,2	Não atende
		2200	31,8		Não atende
		2000	31,8		Não atende
		1800	31,9		Não atende
		1600	32		Não atende
Teresina	7	2400	35,7	34,4	Não atende
		2200	35,8		Não atende
		2000	35,9		Não atende
		1800	36		Não atende
		1600	36		Não atende
Belém	8	2400	32,8	31,8	Não atende
		2200	32,9		Não atende
		2000	32,9		Não atende
		1800	33		Não atende
		1600	33		Não atende



Já nas tipologias do pavimento intermediário, para a cidade de Ponta Grossa e São Paulo, todas atenderam ao nível mínimo de desempenho, com exceção da tipologia com painéis de massa específica 1600 kg/m<sup>3</sup> de São Paulo. Para São Carlos, as tipologias com painéis de maior massa específica (2400 e 2200 kg/m<sup>3</sup>) também atenderam ao nível mínimo de desem-

penho; e Belém foi a única das cidades analisadas a atender aos níveis mínimo e intermediário de desempenho (I). Como ocorreu para o inverno, as tipologias do pavimento da cobertura, em grande parte dos casos, apresentaram temperaturas internas mais elevadas em cerca de 0,5 a 1°C em relação às tipologias do pavimento intermediário.

**Tabela 6** Resultados das simulações computacionais para o verão: pavimento intermediário.

Simulações verão – pavimento intermediário					
Cidade	Zona bioclimática	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Temperatura máxima interna (°C)	Temperatura máxima externa (°C)	Nível de desempenho
Caxias do Sul	1	2400	26,6	26,2	Não atende
		2200	26,6		Não atende
		2000	26,7		Não atende
		1800	26,7		Não atende
		1600	26,8		Não atende
Ponta Grossa	2	2400	27	27,2	M
		2200	27		M
		2000	27,1		M
		1800	27,1		M
		1600	27,2		M
São Paulo	3	2400	25,7	25,9	M
		2200	25,8		M
		2000	25,8		M
		1800	25,9		M
		1600	27,6		Não atende
São Carlos	4	2400	26,9	26,9	M
		2200	26,9		M
		2000	27		Não atende
		1800	27		Não atende
		1600	27		Não atende
Santos	5	2400	27,9	26,5	Não atende
		2200	28		Não atende
		2000	28		Não atende
		1800	28		Não atende
		1600	28,1		Não atende
Presidente Prudente	6	2400	30,5	30,2	Não atende
		2200	30,6		Não atende
		2000	30,6		Não atende
		1800	30,7		Não atende
		1600	30,7		Não atende
Teresina	7	2400	34,6	34,4	Não atende
		2200	34,6		Não atende
		2000	34,7		Não atende
		1800	34,8		Não atende
		1600	34,8		Não atende
Belém	8	2400	31,9	31,8	Não atende
		2200	31,9		Não atende
		2000	32		Não atende
		1800	30,7		M/I
		1600	32		Não atende

## Considerações Finais

Observou-se que, apesar de grande parte não ter atendido aos níveis de desempenho, as que apresentaram melhor desempenho térmico tanto para inverno quanto para o verão foram as tipologias com maiores massas específicas (2400 kg/m<sup>3</sup>). O acréscimo de cerca de 1°C na temperatura interna para as tipologias da cobertura se explica pelo fato de o telhado ser o componente mais exposto à radiação solar. Grande parte dessa energia é absorvida e transferida para o interior das edificações, aumentando os ganhos térmicos e, conseqüentemente, elevando a temperatura interna. Saliencia-se que o fato de determinada tipologia não atender aos níveis de desempenho estabelecidos por norma não implica exatamente inadequação para aplicação em determinados locais de acordo com a zona bioclimática. Para resolver tais problemas podem ser aplicadas, quando possível, soluções passivas de adequação climática, por tratar-se de habitação de interesse social, na qual soluções complexas implicam gastos adicionais.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESP (Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo) e ao Laboratório de Construção Civil (LCC) da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo (EESC-USP).

## Referências Bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). *NBR 15220*: Desempenho térmico de edificações. Parte 3: zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

\_\_\_\_\_. (ABNT). *Projeto de Norma 02:136.01*: Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos. Rio de Janeiro, 2007.

BONDUKI, N. *Origens da habitação social no Brasil*: arquitetura moderna, lei do inquilinato e difusão da casa própria. São Paulo: Estação Liberdade/Fapesp, 1998.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDHU). *Padrão habitacional TI24A*: Arquivo de AutoCAD. São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. (CDHU). *Manual técnico de projetos*. São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_. (CDHU). *Memorial descritivo/especificações técnicas V052H-01 (antigo VI22B-V2)/ V052G-01 (antigo VI22F-V2)*. São Paulo, 2005.

*DÉFICIT Habitacional no Brasil 2005*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, Centro de Estatística e Informações, 2006. 200 p. (Projeto PNUD-BRA-00/019 – Habitar Brasil – BID). Disponível em: <<http://www.cidades.gov.br/media/Deficit2005.pdf>> Acesso em: abr. 2007.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, S. R. *Manual de conforto térmico*. São Paulo: Nobel, 1995. 228 p.

GIVONI, B. *Man, climate and architecture*. Londres: Elsevier, 1976.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. et al. Estágio atual do uso de paredes maciças moldadas no local em São Paulo. In: CONGRESSO LATINO AMERICANO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS – SOLUÇÕES PARA O TERCEIRO MILÊNIO, 1998, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia Civil, PCC, nov. 1998a.

LORDSLEEM JÚNIOR, A. C. O processo de produção das paredes maciças. In: SEMINÁRIO TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS VEDAÇÕES VERTICIAS – TECNOLOGIA E GESTÃO NA PRODUÇÃO DE EDIFÍCIOS, 1998, São Paulo. *Anais...* São Paulo: Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Construção Civil – PCC, jul. 1998b.

RORIZ, M. (Programação); BASSO, A. (Dados). *ARQUITROP Versão 3.0*: conforto térmico e economia de energia nas edificações. Sistema integrado de rotinas e bancos de dados para apoio às atividades de projeto em Arquitetura e Engenharia Civil. São Paulo: UFSCar, 1989.

\_\_\_\_\_. *Zona de conforto térmico*: um estudo comparativo de diferentes abordagens. 1987. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Departamento de Arquitetura e Planejamento, Universidade de São Paulo. São Carlos.

ROSSIGNOLO, J. A. *Concreto leve de alto desempenho modificado com sb para pré-fabricados esbeltos*: dosagem, produção, propriedades e microestrutura. 2003. Tese (Doutorado) – Interunidades Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Carlos.

ROSSIGNOLO, J. A.; AGNESINI, M. V. C. Concreto estrutural leve. In: ISAIA, G. C. (Org.). *Concreto*: ensino, pesquisa e realizações. 2005. v. 2, p. 1331-1362.