

## **AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO DE HABITAÇÕES TÉRREAS DE INTERESSE SOCIAL COM VEDAÇÕES EM ALVENARIA DE BLOCOS DE CONCRETO E CERÂMICOS**

**Helenice M. Sacht (1); João A. Rossignolo (2)**

(1) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: hmsacht@sc.usp.br

(2) Departamento de Arquitetura e Urbanismo – Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo, Brasil – e-mail: jarossig@sc.usp.br

### **RESUMO**

Os fechamentos verticais e horizontais exercem grande influência sobre as condições de conforto térmico de uma habitação, por isso os materiais devem ser escolhidos de acordo com as particularidades climáticas de determinada região. Com base nisso, este trabalho apresenta uma proposta de avaliação do desempenho térmico de uma tipologia habitacional térrea (TI24A) executada pela CDHU, considerando a utilização de vedações em alvenaria de blocos cerâmicos e de blocos de concreto. O objetivo deste estudo foi discutir a influência dos tipos de vedação no desempenho térmico da habitação. Foram determinados os critérios iniciais de estudo e executadas simulações computacionais nas habitações térreas com o software Arquitrop 3.0 para 10 cidades. Para o inverno pelo menos o nível mínimo de desempenho foi atendido para algumas localidades de acordo com o projeto de norma de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos. Em Ponta Grossa, São Carlos e Brasília ambos os tipos de alvenaria atenderam ao nível mínimo de desempenho. Em São Paulo, somente a tipologia com alvenaria de blocos de concreto atendeu ao nível mínimo de desempenho. Já para as cidades de Caxias do Sul, Florianópolis e Santos não foram atendidos os níveis de desempenho, seguindo as diretrizes estabelecidas por norma. Para o verão seguindo também as diretrizes estabelecidas por norma, os dois tipos de alvenaria não atenderam a nenhum dos níveis de desempenho. Avaliou-se o desempenho térmico de vedações verticais usualmente empregadas para habitação de interesse social.

**Palavras-chave:** conforto térmico; habitação térrea de interesse social; alvenaria de blocos cerâmicos e de concreto.

### **ABSTRACT**

Walls and slabs exert great influence on the conditions of thermal comfort of housing, that the materials should be chosen in agreement with the particularities climatic certain area. With base in that, this work presents a proposal of evaluation of the thermal performance of a one-storey housing typology (TI24A) executed by CDHU, considering the walls use in masonry of ceramic and concrete blocks. The objective of this study went discuss to influence of the wall types in the thermal performance of the housing. It was determined the initials guidelines of study and executed computational simulation in the one-storey housing for ten cities with the software Arquitrop 3.0. For the winter at least the minimum level of performance was answered to some places in agreement with the draft standard of performance of housing buildings of up to 5 floors. In Ponta Grossa, São Carlos and Brasília both masonry types answered at the minimum level of performance. In São Paulo, only the typology with masonry of concrete blocks answered at the minimum level of acting. Already for the cities of Caxias do Sul, Florianópolis and Santos the performance levels were not answered, following the guidelines established by draft standard. For the summer also following the guidelines established by draft standard, the two masonry types didn't answered none of the performance levels. The thermal performance of vertical masonry was evaluated for low-cost housing.

**Keywords:** thermal comfort; low-cost one-storey housing; masonry of ceramic and concrete blocks.

## 1 INTRODUÇÃO

A habitação, definida na constituição federal como um dos direitos do cidadão, deve atender a uma série de anseios materiais e psicológicos dos seus ocupantes, devendo, assim, reunir as qualidades necessárias ao atendimento das condições básicas de segurança, saúde, higiene e bem-estar dos moradores (ABNT, 2007). A demanda por habitações nas cidades brasileiras cresce cada vez mais devido aos complexos mecanismos sócio-econômicos e culturais, onde se incluem o crescimento vegetativo, a migração rural, os mercados de trabalho, a distribuição de renda, o desenvolvimento industrial, a importação de tecnologias entre outros.

Para a viabilização da redução do déficit habitacional brasileiro é necessário além de políticas públicas adequadas, o desenvolvimento de habitações com baixo custo e desempenho satisfatório. Os projetos devem priorizar aspectos como durabilidade do imóvel; infra-estrutura e serviços; conforto e segurança para o morador; redução de impacto ambiental, assim como a utilização de tecnologias construtivas adequadas. A tecnologia construtiva empregada juntamente com os materiais tem um papel fundamental nesse aspecto. Diante desse cenário destaca-se a importância da avaliação de desempenho térmico.

O desempenho de edificações é estudado no Brasil desde o final da década de 70 através do IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo) com o apoio do hoje extinto BNH (Banco Nacional da Habitação), onde foram elaborados os primeiros documentos técnicos sobre desempenho de edifícios de pequeno porte. Posteriormente a execução da norma de desempenho é impulsionada por meio da CEF - Caixa Econômica Federal e da FINEP - Financiadora de Estudos e Projetos, numa tentativa de consolidar o conhecimento acumulado sobre questões relacionadas ao desempenho.

Em termos de desempenho térmico, o tipo de fechamento juntamente com o tipo de cobertura utilizado exerce grande influência sobre as condições de conforto térmico de uma habitação, por isso os tipos de materiais devem ser empregados de acordo com as particularidades climáticas de determinada região, de forma a melhorar essas condições. Para esse tipo de estudo, tem-se como base atualmente a NBR 15220 – Norma de Desempenho Térmico (ABNT, 2005) e o Projeto de Norma 02:136.01-001 Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos (ABNT, 2007), as quais nortearam este trabalho.

### 1.1 Justificativas

A avaliação técnica de produtos destinados a edifícios habitacionais, neste caso a avaliação de desempenho térmico especificamente, justifica-se, em razão das necessidades que a habitação deve atender principalmente, os anseios materiais e psicológicos dos seus ocupantes. Outro fator importante é avaliar o desempenho para evitar fracassos do passado, com o consequente comprometimento da imagem da construção habitacional industrializada e o desperdício de recursos financeiros, principalmente públicos.

## 2 OBJETIVOS

Apresenta-se neste artigo a avaliação do desempenho térmico de uma tipologia habitacional térrea (TI24A) em fase de projeto, executada pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (CDHU), considerando a utilização de vedações em alvenaria de blocos cerâmicos e de blocos de concreto.

## 3 METODOLOGIA

Esta avaliação de desempenho térmico foi realizada com base nas recomendações do projeto de norma de desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos (ABNT, 2007) para os dias críticos de projeto, sendo para inverno (22 de junho) e para verão (22 de dezembro), em 10 cidades representativas das Zonas Bioclimáticas Brasileiras.

Para tal avaliação foi empregada simulação computacional com o software Arquitrop 3.0, para uma tipologia utilizada pela CDHU (Companhia do Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de

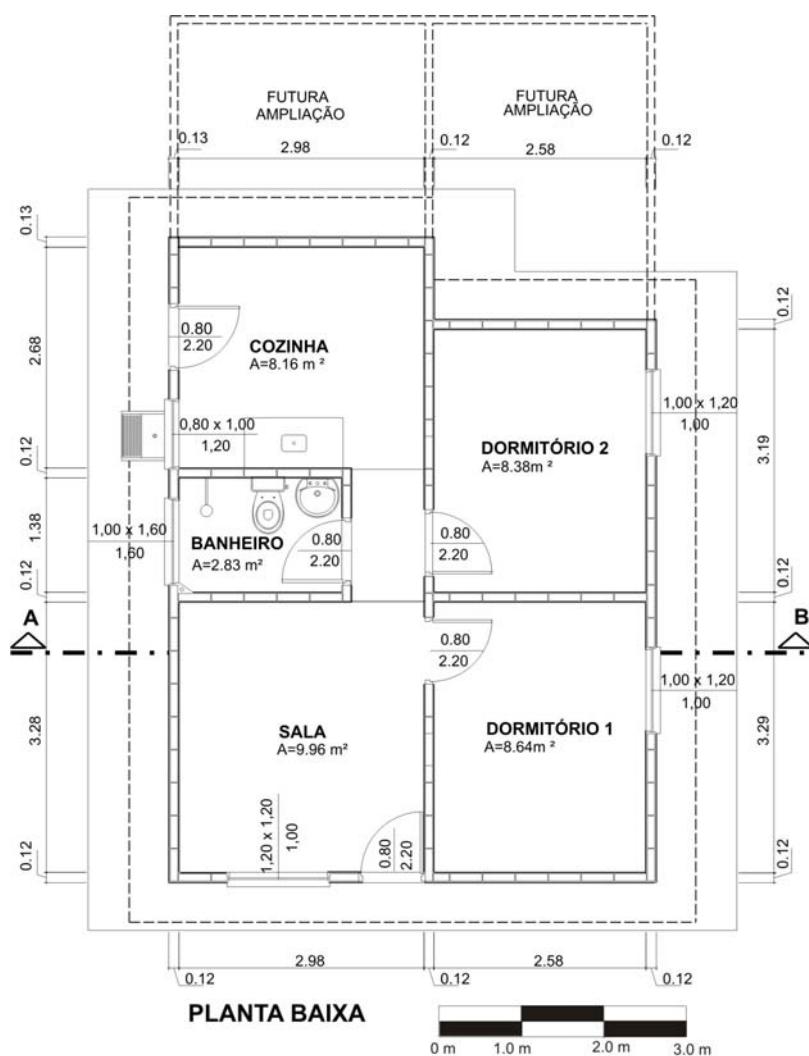
São Paulo) (TI24A) com cobertura de telha cerâmica sem laje. A descrição de tais procedimentos será apresentada a seguir.

### 3.1 Critérios Iniciais de Estudo

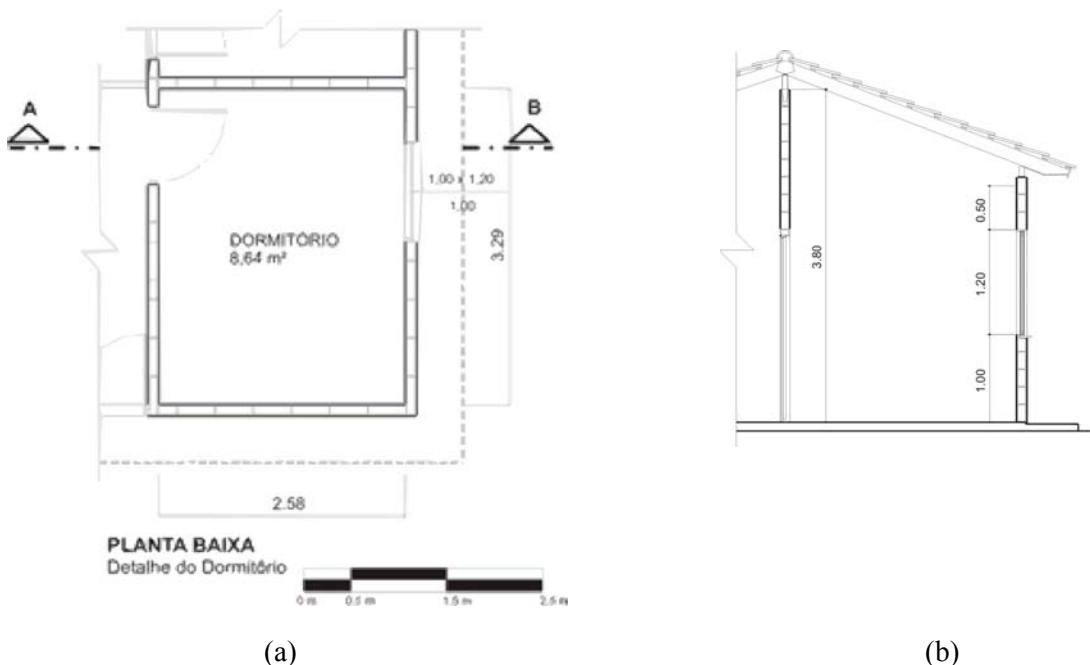
A definição dos critérios iniciais de estudo compreendeu os dados utilizados nas simulações computacionais de desempenho térmico das habitações, entre eles: a definição da tipologia habitacional térrea a ser analisada, tendo como referência as empregadas atualmente CDHU; o levantamento de dados comportamentais dos usuários; e por último a determinação das cidades, representativas das 8 regiões bioclimáticas brasileiras de acordo com a NBR 15220 (ABNT, 2005).

### 3.1.1 Escolha da Tipologia Térrea

Nessa consulta verificou-se que atualmente a tipologia de habitação térrea mais executada pela CDHU é a TI24A, daí optou-se por utilizar essa tipologia para o estudo em questão (Figuras 1 e 2).



**Figura 1** - Projeto CDHU – Padrão Habitacional TI24A  
**Fonte:** CDHU, 2007.



**Figura 2** - Detalhe do dormitório - Projeto CDHU – Padrão Habitacional TI24A (a) e elevação da tipologia TI24A-CDHU com cobertura de telha cerâmica sem laje (b).

**Fonte:** CDHU, 2007.

### 3.1.2 Características das Alvenarias

Para análise comparativa de desempenho térmico foram adotados os painéis de alvenaria de blocos cerâmicos e de blocos de concreto por serem tradicionalmente empregados na execução de habitação de interesse social no Brasil.

Segundo as recomendações do memorial descritivo das unidades habitacionais térreas da CDHU, que inclui a TI24A, foi adotado o bloco cerâmico vazado com espessura de 9 cm, com argamassa de revestimento externo de espessura de 2 cm e de revestimento interno de 0,8 cm; e para a alvenaria de blocos de concreto adotou-se o bloco de espessura 9 cm e argamassa de revestimento externo e interno com 2 cm de espessura.

Essas recomendações foram seguidas para as simulações e inseridas no banco de dados do software Arquitrop 3.0, nas características dos fechamentos verticais.

### 3.1.3 Levantamento de Dados Comportamentais dos Usuários

Durante as primeiras simulações observou-se a necessidade de adotar precisamente algumas variáveis solicitadas pelo software ARQUITROP 3.0, relacionadas à condição de ocupação e à ventilação das habitações, isso com a intenção de obter informações mais exatas sobre o comportamento dos moradores, fazendo com que os resultados estivessem mais próximos da realidade.

Esses dados foram obtidos por meio de entrevistas a um total de 70 domicílios, sendo 43 delas no Conjunto Valdomiro Lobbe Neto e 27 no Conjunto Romeo Santini, ambos no município de São Carlos-SP.

Observou-se que mesmo realizando esse levantamento somente para a cidade de São Carlos, que obviamente possui características climáticas diferentes das demais regiões, esses dados estariam mais próximos das condições reais de uso do ambiente caso as variáveis solicitadas pelo software fossem apenas estimadas.

### 3.1.4 Determinação das Cidades para as Simulações Computacionais

Neste artigo serão apresentados os dados referentes às simulações de habitações térreas para 10 cidades (Quadro 1) representativas das oito regiões bioclimáticas brasileiras. A escolha por 10 cidades justifica-se pelo fato de incluir, além de Santos e Presidente Prudente mais 2 cidades do Estado de São Paulo (São Paulo e São Carlos). Isso com a intenção de avaliar as quatro regiões bioclimáticas presentes nesse Estado e, além disso, analisar o comportamento das habitações térreas localizadas em cidades que mesmo inseridas na mesma zona bioclimática apresentam características climáticas distintas. As cidades de São Paulo e Florianópolis, por exemplo, estão inseridas na zona bioclimática 3, mas possuem climas diferenciados, o mesmo ocorre com São Carlos e Brasília que se inserem na zona bioclimática 4. As demais cidades foram selecionadas de forma aleatória, de modo a localizar-se em diferentes estados.

**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
Florianópolis – SC	3
São Carlos – SP	4
Brasília – DF	4
Santos – SP	5
Presidente Prudente – SP	6
Teresina – PI	7
Belém – PA	8

## 3.2 Avaliação do Desempenho Térmico das Edificações por meio de Simulação Computacional

Os softwares de simulação computacional têm sido utilizados na avaliação de desempenho térmico de edificações e são importantes ferramentas para o prognóstico do comportamento térmico, ainda na fase de concepção do projeto. Porém, é extremamente difícil simular as condições térmicas reais no interior das edificações. A crise energética impulsionou significativamente o desenvolvimento de programas de simulação. Grande parte dos estudos com utilização de simulação computacional de edificações concentra-se nas universidades, com algumas iniciativas de aplicação na prática. No âmbito acadêmico foram formados grupos, associações de profissionais, institutos e departamentos de pesquisa para o desenvolvimento de projetos na área (MENDES et al, 2001). O estabelecimento da norma brasileira Desempenho térmico de edificações (ABNT, 2005) e o projeto de norma de Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos (ABNT, 2007) são avanços significativos para a área de conforto térmico que podem despertar um maior interesse sobre a utilização de simulações, inclusive para um aumento da aplicação dessas ferramentas na prática.

O projeto de norma (ABNT, 2007) apresenta dois procedimentos para avaliar o desempenho térmico de edificações, sendo a análise da edificação na fase de projeto (simulação computacional), e a avaliação da edificação já executada, por meio de medições *in loco*. Nesta pesquisa o procedimento utilizado foi a análise da edificação na fase de projeto, com o objetivo de avaliar a influência do tipo de alvenaria no desempenho térmico das habitações térreas. As simulações foram realizadas tendo como parâmetro as diretrizes e recomendações do Projeto de Norma 02: 136.01.001(ABNT, 2007), bem como da NBR 15220 (ABNT, 2005). Segundo o mesmo projeto de norma, para edificações na fase de projeto, a avaliação de desempenho térmico deve ser feita nos dias considerados críticos de projeto para verão (22 de dezembro) e inverno (22 de junho), utilizando os dados climáticos da cidade, que nesse 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 conforto térmico e eficiência energética em edificações (RORIZ e BASSO, 1989).

Para cada uma destas cidades foi analisada a tipologia CDHU TI24A, para inverno e verão, considerando o uso de cobertura de telha cerâmica sem laje e nas vedações blocos cerâmicos e blocos de concreto; totalizando para cada cidade 2 simulações no inverno e 2 no verão.

Neste estudo adotou-se o quarto como ambiente padrão para análise, por ser o ambiente de maior permanência dos usuários de acordo com o levantamento de dados comportamentais e para simplificar o processo de análise. As orientações das unidades habitacionais foram tais que no verão a janela do quarto estava voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para norte; e no inverno a janela estava voltada para sul e a outra parede exposta voltada para leste. Salienta-se que neste estudo a variação dos tipos de alvenaria foram de maior importância do que as orientações, já preestabelecidas pelo projeto de norma.

Foram necessários os seguintes dados para realização das simulações: título do projeto, número de pavimentos (no caso pavimento térreo somente), cor da face superior (escura); pé direito (de acordo com o projeto da CDHU); número de fachadas (duas de acordo com o Projeto de Norma); área de ventilação (50% da área da janela).

### 3.3 Níveis de Desempenho

Os níveis de desempenho foram adotados de acordo com projeto de norma (ABNT, 2007), e avaliados para cada localidade. Tanto para as condições de inverno quanto para as condições de verão, na análise dos dados os níveis de desempenho devem ser entendidos (Quadro 2 e 3) da seguinte maneira: Nível de desempenho M: atende às exigências mínimas do usuário. Deve ser obrigatoriamente atendido; Nível de desempenho I: representa as exigências ideais do usuário, além das exigências mínimas, e não é obrigatório; Nível de desempenho S: excede o nível mínimo I, atende além das exigências mínimas do usuário, não é obrigatório.

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

Nível de Desempenho	Critério	
	Zonas Bioclimáticas 1 a 5 <sup>1</sup>	Zonas Bioclimáticas 6,7 e 8
<b>M</b>	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 3^\circ C)$	
<b>I</b>	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 5^\circ C)$	Nestas zonas, este critério não precisa ser verificado.
<b>S</b>	$T_{i, \min} \geq (T_{e, \min} + 7^\circ C)$	

$T_{i, \min}$  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.

NOTA: 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 <sup>1</sup>	Zona Bioclimática 8
<b>M</b>	$T_{i, \text{max}} \leq T_{e, \text{max}}$	$T_{i, \text{max}} \leq T_{e, \text{max}}$
<b>I</b>	$T_{i, \text{max}} \leq (T_{e, \text{max}} - 2^\circ \text{C})$	$T_{i, \text{max}} \leq (T_{e, \text{max}} - 1^\circ \text{C})$
<b>S</b>	$T_{i, \text{max}} \leq (T_{e, \text{max}} - 4^\circ \text{C})$	$T_{i, \text{max}} \leq (T_{e, \text{max}} - 2^\circ \text{C}) \text{ e}$ $T_{i, \text{min}} \leq (T_{e, \text{min}} + 1^\circ \text{C})$

$T_{i, \text{max}}$  é o valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados;  
 $T_{e, \text{max}}$  é o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados;  
 $T_{i, \text{min}}$  é o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação, em graus centígrados;  
 $T_{e, \text{min}}$  é o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, em graus centígrados.  
NOTA: Zonas Bioclimáticas de acordo com a ABNT NBR 15220-3.

**Fonte:** ABNT, 2007.

As análises dos resultados das simulações consideram tanto para inverno quanto para verão os critérios apresentados acima.

## 4 ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1 Levantamento de Dados Comportamentais dos Usuários

A partir do resultado das entrevistas, encontram-se abaixo os dados necessários para as simulações computacionais, relativos à condição de ocupação e ventilação das habitações (Quadro 4). Estas foram de extrema importância para uma maior precisão para as simulações.

**Quadro 4** - Dados Comportamentais dos Usuários.

Dados Comportamentais dos Usuários			
Ocupação	Número de ocupantes	Horário de início da ocupação	Duração da Ocupação
	2 pessoas	21h00	9h00
Ventilação	Horário de abertura		Duração da Abertura
	9h00		13h30

### 4.2 Resultados das Simulações Computacionais para o Inverno

Todas as simulações computacionais previstas foram executadas e os respectivos resultados analisados. Os resultados das simulações encontram-se na forma de tabelas e são mostrados a seguir.

**Tabela 1** – Resultados das Simulações Computacionais para o Inverno.

Simulações para o Inverno - 22 de Junho					
Cidade	Zona Bioclimática	Vedações	Temperatura Mínima Externa	Temperatura Mínima Interna	Nível de Desempenho
Caxias do Sul	1	Bloco Cerâmico	8,8	11,6	Não Atende
		Bloco de Concreto	8,8	11,7	Não Atende
Ponta Grossa	2	Bloco Cerâmico	9,3	12,8	M
		Bloco de Concreto	9,3	12,9	M
São Paulo	3	Bloco Cerâmico	11,2	14,1	Não Atende
		Bloco de Concreto	11,2	14,2	M
Florianópolis	3	Bloco Cerâmico	15,2	17,1	Não Atende
		Bloco de Concreto	15,2	17,2	Não Atende
São Carlos	4	Bloco Cerâmico	13,3	16,3	M
		Bloco de Concreto	13,3	16,4	M
Brasília	4	Bloco Cerâmico	11,7	16,3	M
		Bloco de Concreto	11,7	16,3	M
Santos	5	Bloco Cerâmico	16	18,4	Não Atende
		Bloco de Concreto	16	18,4	Não Atende
Presidente Prudente	6	Bloco Cerâmico	14,8	18	Dispensa Verificação
		Bloco de Concreto	14,8	18,1	
Teresina	7	Bloco Cerâmico	21,4	25,8	Dispensa Verificação
		Bloco de Concreto	21,4	25,7	
Belém	8	Bloco Cerâmico	22,7	26,3	Dispensa Verificação
		Bloco de Concreto	22,7	26,2	

Analizando a tabela de resultados (Tabela 1), observou-se que para o inverno, com as tipologias orientadas de acordo com o projeto de norma (a janela voltada para sul e a outra parede exposta voltada para leste), pelo menos o nível mínimo de desempenho foi atendido para algumas localidades. Para as cidades de Ponta Grossa, São Carlos e Brasília ambos os tipos de vedação atenderam ao nível mínimo de desempenho ( $T_{mínima\ interna} \geq T_{mínima\ externa} + 3^{\circ}C$ ). Para a cidade de São Paulo, somente a tipologia com alvenaria de blocos de concreto atendeu ao nível mínimo de desempenho. Já para as cidades de Caxias do Sul, Florianópolis e Santos não foram atendidos nenhum dos níveis de desempenho com essa orientação recomendada pelo projeto de norma. Para o restante das cidades a verificação é dispensada para o inverno.

### 4.3 Resultados das Simulações Computacionais para o Verão

Na Tabela 2 são mostrados os resultados das simulações computacionais para o verão.

**Tabela 2** – Resultados das Simulações Computacionais para o Verão.

Simulações para o Verão - 22 de Dezembro					
Cidade	Zona Bioclimática	Vedações	Temperatura Máxima Interna	Temperatura Máxima Externa	Nível de Desempenho
Caxias do Sul	1	Bloco Cerâmico	29,9	26,2	Não Atende
		Bloco de Concreto	28,5	26,2	Não Atende
Ponta Grossa	2	Bloco Cerâmico	29,5	27,2	Não Atende
		Bloco de Concreto	28,3	27,2	Não Atende
São Paulo	3	Bloco Cerâmico	27,9	25,9	Não Atende
		Bloco de Concreto	26,9	25,9	Não Atende
Florianópolis	3	Bloco Cerâmico	30	26,5	Não Atende
		Bloco de Concreto	28,8	26,5	Não Atende
São Carlos	4	Bloco Cerâmico	29,1	26,9	Não Atende
		Bloco de Concreto	28,1	26,9	Não Atende
Brasília	4	Bloco Cerâmico	33,7	26,6	Não Atende
		Bloco de Concreto	31,6	26,6	Não Atende
Santos	5	Bloco Cerâmico	30,2	27,5	Não Atende
		Bloco de Concreto	29,2	27,5	Não Atende
Presidente Prudente	6	Bloco Cerâmico	33,3	30,2	Não Atende
		Bloco de Concreto	32,1	30,2	Não Atende
Teresina	7	Bloco Cerâmico	37,3	34,4	Não Atende
		Bloco de Concreto	35,9	34,4	Não Atende
Belém	8	Bloco Cerâmico	34	31,8	Não Atende
		Bloco de Concreto	32,9	31,8	Não Atende

De acordo com a tabela de resultados, observa-se que para o verão com as tipologias orientadas de forma que a janela do dormitório estivesse voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para norte, nem mesmo o nível mínimo de desempenho foi atendido para as localidades analisadas. Isso mostra que para essa estação, ambos os tipos de alvenaria, de blocos cerâmicos ou de blocos de concreto empregados nas habitações térreas sem laje não estão adequados em relação ao desempenho térmico para habitações sem laje.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Observou-se que para inverno e verão, as tipologias térreas analisadas, com alvenaria de blocos cerâmicos e de blocos de concreto, não se destacaram entre si, apresentando desempenho térmico semelhante.

O não atendimento dos requisitos de desempenho térmico de acordo com o projeto de norma, principalmente para o verão pode ser explicado por um acréscimo na temperatura interna, devido à cobertura não possuir laje. A telha cerâmica aliada a alguma vedação horizontal formaria um ático e essa camada de ar entre a telha cerâmica e laje funcionaria como isolante térmico.

Salienta-se que o fato de determinada tipologia não atender aos níveis de desempenho estabelecidos por norma não implica exatamente em 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 em gastos adicionais.

## 6 REFERÊNCIAS

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 02:136.01-001. **Desempenho de edifícios habitacionais de até 5 pavimentos.** Rio de Janeiro, 2007.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO (CDHU). **Padrão Habitacional TI24A - Arquivo de Auto CAD.** São Paulo, 2007.

\_\_\_\_\_. (CDHU). **Manual Técnico de Projetos.** São Paulo, 1998.

\_\_\_\_\_. (CDHU). **Memorial Descritivo/ Especificações Técnicas - Unidades Habitacionais Térreas TI24A/ TG23A/ TI24C/ TI23C/ TI23D/ TG22B-01.** São Paulo, 2005.

MENDES, N; LAMBERTS, R.; CUNHA NETO, J. A. B. **Building Simulation in Brazil.** In: SEVENTH INTERNATIONAL IBPSA CONFERENCE, 2001, Proceedings... Rio de Janeiro, 2001.

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.

## 7 AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a FAPESP – Fundação do 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).