

## ANÁLISE DE DESEMPENHO TÉRMICO DE PROTÓTIPO HABITACIONAL DE BLOCO CERÂMICO

*Roberto Mititaka Ikeda\**

*Michelle Reichert da Silva de Godoy Leski\*\**

*Reginaldo de Matos Manzano\*\*\**

### RESUMO:

Este trabalho visa avaliar o desempenho térmico de um protótipo habitacional, comparando com parâmetros estabelecidos pelo projeto de norma ABNT 02:136.01-001 – Desempenho de Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos. Para a medição dos parâmetros térmicos foi utilizado um registrador de temperatura e umidade, o *data-logger* HOBO. Posteriormente, foram feitos os cálculos de parâmetros de avaliação, transmitância térmica das paredes e cobertura, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar. Foi utilizado também o *software* de simulação Arqitrop. Todas as informações levantadas são confrontadas e analisadas, para o conhecimento da realidade do desempenho térmico existente.

**PALAVRAS-CHAVE:** Desempenho Térmico; Bloco Cerâmico; Protótipo Habitacional.

### ABSTRACT:

This work aims at evaluating the thermal performance of housing prototype, contrasting it with parameters established by norm design ABNT 02:136.01 - 001 – Performance of Housing Buildings of up to Five Floors. For the measurement of the thermal parameters, a temperature and humidity recorder was used, the HOBO data-logger. Later, the calculations of the evaluation parameters, thermal transmittance of the walls and roof, thermal capacity, thermal delay and solar factor were made. A simulation software Arqitrop was also used. All the information collected are collated and analyzed to obtain the knowledge of the reality of the existing thermal performance.

**KEYWORDS:** Thermal performance; Clay block, Housing prototype.

## 1. INTRODUÇÃO

O presente trabalho trata da verificação do resultado de avaliação do desempenho térmico de um protótipo habitacional construído em bloco cerâmico.

Considerando os aspectos social e humano, a construção necessita oferecer condições de conforto que possam apresentar um nível razoável de qualidade de vida aos usuários, onde é importante conhecer e avaliar os níveis de conforto térmico nessa habitação.

Visando conhecer a realidade da habitação de bloco cerâmico construído no Campus da UEL, pretende-se sistematizar as informações relativas ao desempenho térmico, e confrontá-las com parâmetros fixados pelo Projeto de Normas da ABNT. Considerando que o país se encontra em processo de normatização, torna-se interessante confrontar a realidade com as diretrizes que estão sendo definidas no projeto de normas com os valores encontrados realmente na construção.

\* Arquiteto e Urbanista. Formado pela Universidade Estadual de Londrina em 1986. Professor do curso de Arquitetura e Urbanismo na UniFil. Mestrando em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: nevada @uel.br / robertom@creapr.org.br

\*\* Arquiteto e Urbanista formado pela UniFil em 2003 e em Engenharia Civil pela PUC-PR em 2000. Mestrando em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. E-mail godoylesky@sercomtel.com.br

\*\*\* Arquiteto e Urbanista. Mestrando em Engenharia de Edificações e Saneamento da Universidade Estadual de Londrina. E-mail: reginaldo.mm@dilk.com.br

Para a medição das temperaturas e umidade, foi utilizado um registrador *data-logger* marca HOBO na parte interna e externa da edificação. Como ferramenta de simulação, foi utilizado o *software* ARQUITROP e também foram desenvolvidos cálculos para cada elemento construtivo referente à transmitância térmica, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar.

Assim, o trabalho visa apurar o nível de desempenho térmico do protótipo habitacional e também parâmetros que determinam o desempenho térmico; e então confrontá-los com a norma da ABNT 2003.

## 2. CONTEÚDO

No presente trabalho, a pesquisa verifica “in loco”, o comportamento térmico de um protótipo habitacional construído em bloco cerâmico, levando em consideração o que estabelece o projeto de norma da ABNT, que é composta por cinco partes, e encontra-se em fase final de avaliação.

Esta norma visa estabelecer uma forma simplificada para avaliar o desempenho térmico de habitação, garantindo limites mínimos de conforto térmico. A metodologia adota um zoneamento bioclimático do Brasil, que propõe a divisão do território brasileiro em oito zonas quanto ao clima, adaptado da carta bioclimática sugerida por Givoni. Para cada uma destas zonas, são apresentadas recomendações técnico-construtivas de adequação climática que visam à otimização do desempenho térmico das edificações:

- Tamanho das aberturas para ventilação;
- Proteção das aberturas;
- Vedações externas (tipo de parede externa e cobertura, considerando-se a transmitância térmica, atraso térmico e absorvância à radiação solar).

A norma estabelece valores admissíveis para as características termofísicas dos materiais de construção para cada zona climática: transmitância ( $i$ ), capacidade térmica (CT) e absorvância ( $\alpha$ ).

A parte prática do trabalho foi realizada com o protótipo habitacional em bloco cerâmico, que se encontra dentro do Campus Universitário, onde se realizou a avaliação do desempenho térmico através de três métodos: característica da edificação (cálculo simplificado), simulações térmicas, e medição.



Foto 1 - Fachada sul.



Foto 2 - Fachada leste e norte.



Foto 3 - Fachada oeste.

Foram desenvolvidos cálculos através do método estabelecido pelo projeto de norma da ABNT 02:135.07-001, parte 2, determinando-se para cada elemento construtivo a transmitância, capacidade térmica, atraso térmico e fator solar. Os cálculos foram realizados com auxílio do software “transmitância”, do LABEEE da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Os resultados obtidos encontram-se nas tabelas abaixo:

Tabela 1 – Resultados obtidos para a cobertura pelo processo de cálculo simplificado.

RESULTADOS OBTIDOS PARA COBERTURA DO PROTÓTIPO		ESTABELECIDO PELA NORMA	CONDIÇÕES ATENDIDAS
Capacidade térmica	113 KJ/(M <sup>2</sup> .K)	Sem exigência	-
Transmitância térmica	2,12 W/(M <sup>2</sup> .K)	≤2,3 W/(M <sup>2</sup> .K)	SIM
Resistência térmica	0,4714 (M <sup>2</sup> .K)/W	Sem exigência	-
Fator solar	6,4	Sem exigência	-
Atraso térmico	3,3 horas	Sem exigência	-
Absortância	0,75	Sem exigência para o nível “M”	SIM

Tabela 2 – Resultados obtidos para as paredes pelo processo de cálculo simplificado

RESULTADOS OBTIDOS PARA AS PAREDES DO PROTÓTIPO		ESTABELECIDO PELA NORMA	CONDIÇÕES ATENDIDAS
Capacidade térmica	125 KJ/(M <sup>2</sup> .K)	≥130	NÃO
Transmitância térmica	2,26 W/(M <sup>2</sup> .K)	≤2,5 W/(M <sup>2</sup> .K)	SIM
Resistência térmica	0,4429 (M <sup>2</sup> .K)/W	Sem exigência	-
Fator solar	5,9	Sem exigência	-
Atraso térmico	3,3 horas	Sem exigência	-
Absortância	0,65	≥0,6	SIM
Áreas de ventilação	19,15%	≥8%	SIM

Para o desenvolvimento do método de simulação foi utilizado como ferramenta de trabalho o software Arqitrop, que se baseia no método da admitância, do LABEEE da UFSC – Universidade Federal de Santa Catarina. Junto com as medições foram identificadas a tipologia construtiva da habitação, a orientação, e as características dos materiais utilizados nas paredes, pisos, coberturas e janelas.

Gráfico 1 – Temperaturas definidas pelo software de simulação Arqitrop para o “dia típico” de verão.

136

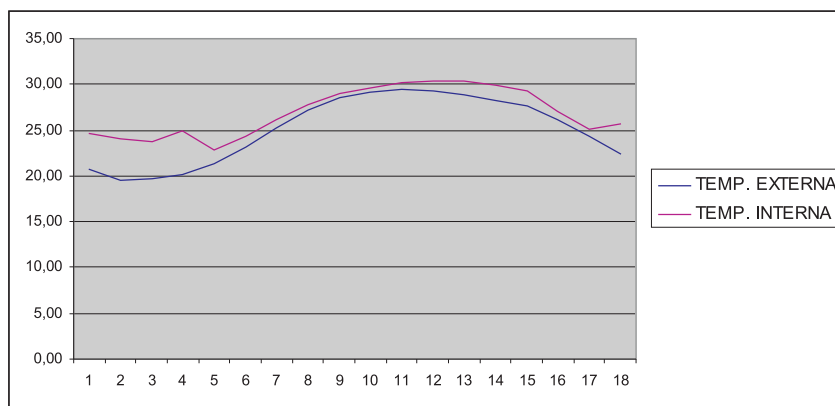


Tabela 3 – Temperaturas definidas pelo *software* de simulação Arquitrop para o “dia típico” de verão.

TEMP. EXTERNA	TEMP. INTERNA	TEMP. AMBIENTAL	TEMP. SUPERIOR
20,70	24,70	25,00	25,00
19,60	24,00	24,40	24,40
19,70	23,70	24,00	24,00
20,20	25,00	25,40	25,40
21,40	22,80	24,10	25,20
23,10	24,30	25,50	26,40
25,20	26,10	26,80	27,50
27,20	27,80	28,30	28,70
28,50	29,00	29,30	29,70
29,20	29,60	29,90	30,20
29,50	30,20	30,90	31,40
29,30	30,40	31,30	32,10
28,90	30,30	33,60	32,70
28,30	29,90	31,40	32,60
27,60	29,30	30,80	32,00
26,10	27,10	28,00	28,70
24,30	25,10	25,80	26,40
22,40	25,70	25,90	25,90

137

Gráfico 2 – Temperaturas definidas pelo *software* de simulação Arquitrop para o “dia típico” de inverno.

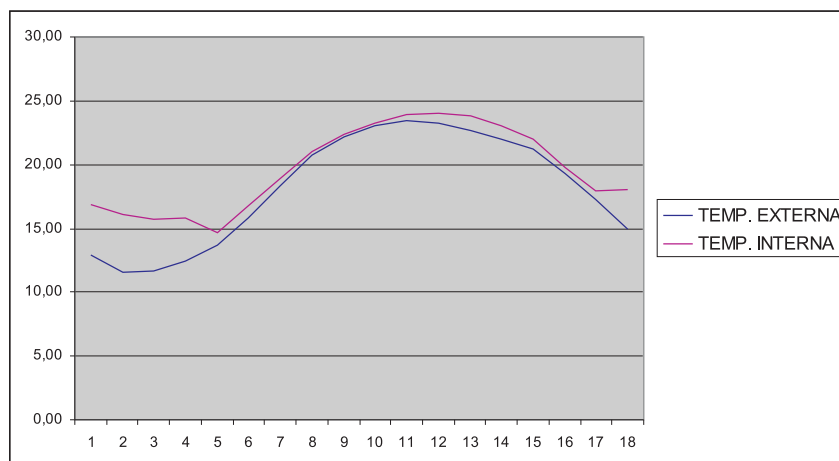


Tabela 4 – Temperaturas definidas pelo *software* de simulação Arquitrop para o “dia típico” de inverno.

TEMP. EXTERNA	TEMP. INTERNA	TEMP. AMBIENTAL	TEMP. SUPERIOR
12,90	16,90	17,20	17,20
11,60	16,10	16,40	16,40
11,70	15,70	16,00	16,00
12,40	15,80	16,10	16,00
13,70	14,70	15,50	16,20
15,80	16,80	17,60	18,30
18,30	18,90	19,50	20,00
20,70	21,00	21,20	21,40
22,20	22,40	22,50	22,60
23,10	23,20	23,30	23,40
23,40	23,90	24,30	24,60
23,20	24,00	24,70	25,30
22,70	23,80	24,70	25,50
22,00	23,10	24,10	24,90
21,20	22,00	22,70	23,30
19,30	19,80	20,20	20,60
17,30	17,90	18,40	18,80
15,00	18,00	18,20	18,20

138

Para a realização das medições dos parâmetros térmicos da habitação foi utilizado um registrador de temperatura e umidade data-logger marca HOBO. Foram feitas medições de temperatura interna e externa durante, aproximadamente, 118 dias, de 04/06/2004 a 30/09/2004, com uma periodicidade dos registros de 1 hora. Posteriormente, à medição dos parâmetros térmicos definidos, realizou-se o tratamento dos dados. Determinou-se para o estudo de caso o “dia típico de verão” e o “dia típico de inverno” de acordo com as especificações da norma, para fins de comparação com a mesma. Como referência utilizou-se o “dia típico” de verão e o de inverno da cidade de São Paulo, por ser a localidade mais próxima e de mesma zona climática. Os resultados obtidos, quando confrontados com a norma, comprovam que a casa tem demonstrado desempenho térmico compatível com o nível “M”, ou seja: as temperaturas internas apresentadas durante o verão foram inferiores a 29 °C e, no inverno, foram superiores a 12°C.

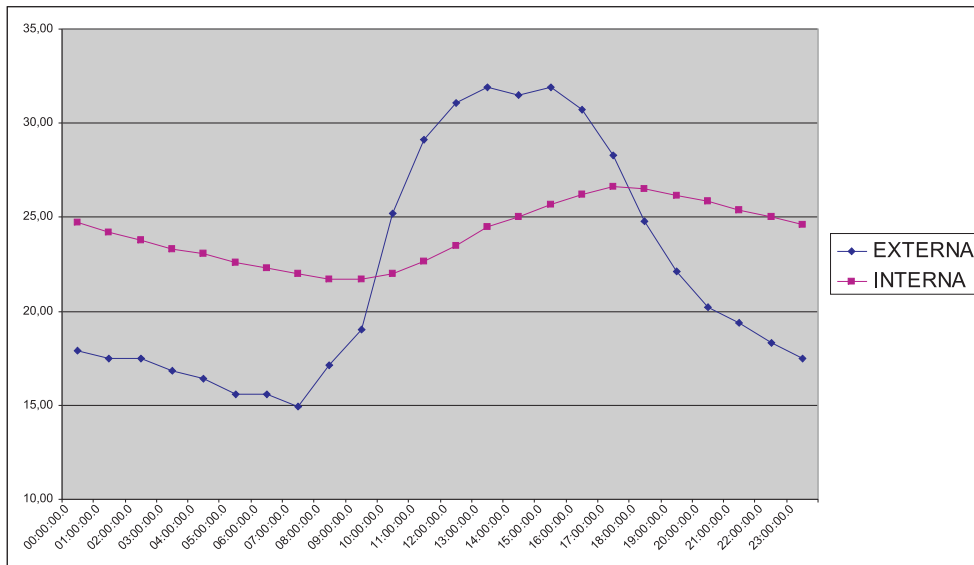


Gráfico 3 – “Dia típico de verão”, determinado de acordo com a norma.

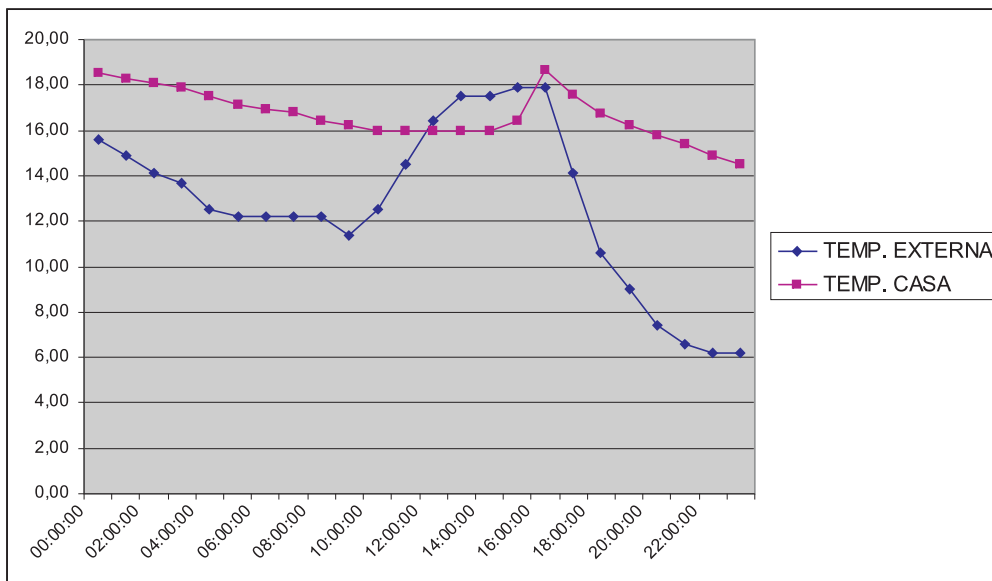


Gráfico 4 – “Dia típico de inverno”, determinado de acordo com a norma.

### 3. CONSIDERAÇÕES GERAIS

A norma apresenta facilidade de aplicação; porém verificou-se que a mesma não apresenta clareza no entendimento de alguns itens. Isto pode ser constatado no item que se refere à ventilação (o que se deve considerar como aberturas: portas e/ou janelas?).

No que concerne à temperatura mínima estabelecida para o “dia típico” de inverno, a norma apresenta equívocos de digitação, especificando como valores máximos.

Analisando os resultados auferidos através dos métodos de cálculo simplificado e medição, concluiu-se que a edificação atende aos parâmetros estabelecidos pela norma. Já os resultados por simulação, não corroboram com os dos outros dois métodos, apresentando como principal divergência as temperaturas nos picos térmicos: mais elevadas que o clima externo.

### 4. REFERÊNCIAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Projeto de Norma 02:135.07-001: Desempenho térmico de edificações*. Rio de Janeiro, 2003.

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. *Norma 02:136.01-001: Desempenho de edifícios habitacionais de até cinco pavimentos*. Rio de Janeiro, 2004.

GIVONI, B. Confort climate analysis and building design guidelines. *Energy and Buildings*, v.18, n.1, p.11-23, 1992.

140 LAMBERTS, R.; DUTRA, L.; PEREIRA, F. O. R. *Eficiência energética na arquitetura*. São Paulo: ProLivros, 2004.

LAMBERTS, Roberto. *Desempenho térmico de edificações*. Definições, símbolos e unidades. Cálculo da transmitância térmica e da resistência térmica de elementos e componentes. Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Florianópolis: UFSC (*downloads*) <http://www.laeee.ufsc.br/conforto/normas/index.htm>





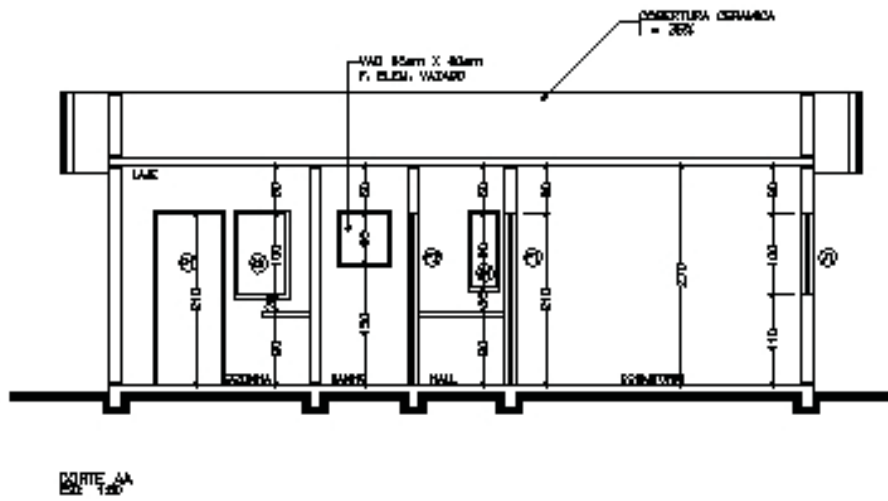


Figura 2 - Corte Longitudinal