

CONTRIBUIÇÕES PARA O APRIMORAMENTO DA NBR 15.575 REFERENTE AO MÉTODO SIMPLIFICADO DE AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO DE EDIFÍCIOS

Adriana C. de Brito⁽¹⁾; Maria Akutsu⁽²⁾; Fulvio Vittorino⁽³⁾; Marcelo de M. Aquilino⁽⁴⁾

(1) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, adrianab@ipt.br

(2) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, akutsuma@ipt.br

(3) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, fulviov@ipt.br

(4) Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, aquilino@ipt.br

Resumo

No processo de avaliação do desempenho térmico de edificações, por métodos simplificados, os critérios utilizados precisam garantir que sistemas construtivos totalmente inadequados às condições climáticas sejam rapidamente identificados e descartados ou aprimorados. Nesse sentido, o método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios presente na versão atual da Norma ABNT NBR 15.575, que estabelece valores limite para as propriedades térmicas representativas do sistema construtivo, sem considerar o projeto do edifício, tem se mostrado limitado. Em particular, os critérios referentes à zona bioclimática 8, nos moldes atuais, não apresentam o rigor necessário, permitindo que determinados sistemas construtivos sejam aprovados, sem terem as características imprescindíveis para produzirem um desempenho térmico mínimo às edificações habitacionais. Neste trabalho são apresentadas e discutidas as limitações do método simplificado quanto aos critérios desta zona, de forma a gerar contribuições para o seu aprimoramento.

Palavras-chave: desempenho térmico, avaliação, habitação.

Abstract

The criteria used in the process of evaluation of thermal performance of buildings done by basic methods must ensure that building systems that are totally unsuitable to climatic conditions be rapidly identified and discarded or improved. Thus, the simplified method of evaluation of the thermal performance of buildings present in the current version of the ABNT NBR 15575 standard, which sets limit values for the thermal properties representative of the constructive system, without considering the building design, has proved limited. In current patterns, the criteria relating to bioclimatic zone 8, lack, in particular, the necessary accuracy, allowing certain building systems to be approved, without the essential characteristics to generate a minimum thermal performance for residential buildings. This paper presents and discusses the limitations of the basic method and the criteria of this zone in order to generate contributions for its improvement.

Keywords: thermal performance, evaluation, dwelling.

1. INTRODUÇÃO

Atualmente, os edifícios habitacionais brasileiros, nos quais são empregados sistemas construtivos inovadores, estão sendo submetidos a avaliações de desempenho no âmbito do SINAT - Sistema Nacional de Avaliações Técnicas, conforme procedimentos apresentados na Norma “NBR 15.575 – Edifícios Habitacionais de Até Cinco Pavimentos: Desempenho” (ABNT, 2010). Os resultados destas avaliações, quando demonstram a adequação do sistema construtivo, são utilizados por órgãos governamentais e financiadores na aprovação de empreendimentos e financiamentos.

A referida norma estabelece dois métodos para a avaliação do desempenho térmico dos edifícios, um simplificado, que consiste na determinação de valores limite para a transmitância térmica e capacidade térmica da envoltória, e um método detalhado, que prevê a realização de simulações computacionais do comportamento térmico do edifício nos dias típicos de projeto para o período de verão e de inverno, utilizando-se softwares de simulação nos moldes do programa EnergyPlus (USDOE, 2010). A avaliação da edificação pode ser iniciada pelo método simplificado e caso os critérios não sejam atendidos, há possibilidade de se efetuar a avaliação pelo método detalhado.

A aprovação do edifício pelo método simplificado deveria garantir que sistemas construtivos totalmente inadequados às condições climáticas fossem rapidamente identificados e descartados. Entretanto, pelo fato do método simplificado não considerar o projeto arquitetônico, mas apenas as propriedades térmicas representativas do sistema construtivo, o cumprimento desse objetivo tem se mostrado limitado. Em particular, os limites apresentados nos critérios do método simplificado referentes à Zona Bioclimática 8, nos moldes atuais, não apresentam o rigor necessário, permitindo que determinados sistemas construtivos sejam aprovados, sem terem as características imprescindíveis para produzirem um desempenho térmico mínimo às edificações habitacionais, em especial as de interesse social, que não contam com recursos mais elaborados de projeto arquitetônico.

O objetivo deste trabalho é apresentar contribuições visando a correção dos problemas encontrados na aplicação de algumas das exigências da norma ABNT NBR 15.575 com referência ao método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios, quanto aos critérios da Zona Bioclimática 8.

2. MÉTODO

Foram efetuadas avaliações do desempenho térmico de um sobrado com dois dormitórios, localizado na Cidade de Belém - PA, que faz parte da Zona Bioclimática 8 (ABNT, 2005).

A edificação foi avaliada conforme os dois métodos de avaliação de desempenho térmico presentes na Norma ABNT NBR 15.575 (ABNT, 2010). Na avaliação pelo método simplificado, foram determinadas a transmitância térmica e a capacidade térmica das fachadas e a transmitância térmica das coberturas (Quadro 1), verificando-se o atendimento aos critérios previstos na norma (Quadro 2). Observa-se que, para edifícios localizados nesta zona, as exigências referem-se apenas à transmitância térmica dos elementos constituintes da envoltória. Entretanto, calculou-se também a capacidade térmica dos componentes da fachada, visando verificar, pelo método detalhado, sua influência no atendimento dos critérios de desempenho térmico “Mínimo”.

Foram consideradas vinte e um sistemas construtivos com diferentes características quanto à transmitância térmica e capacidade térmica da envoltória, contemplando-se paredes leves sem isolante térmico, paredes leves com isolante térmico e paredes com maior massa, associadas

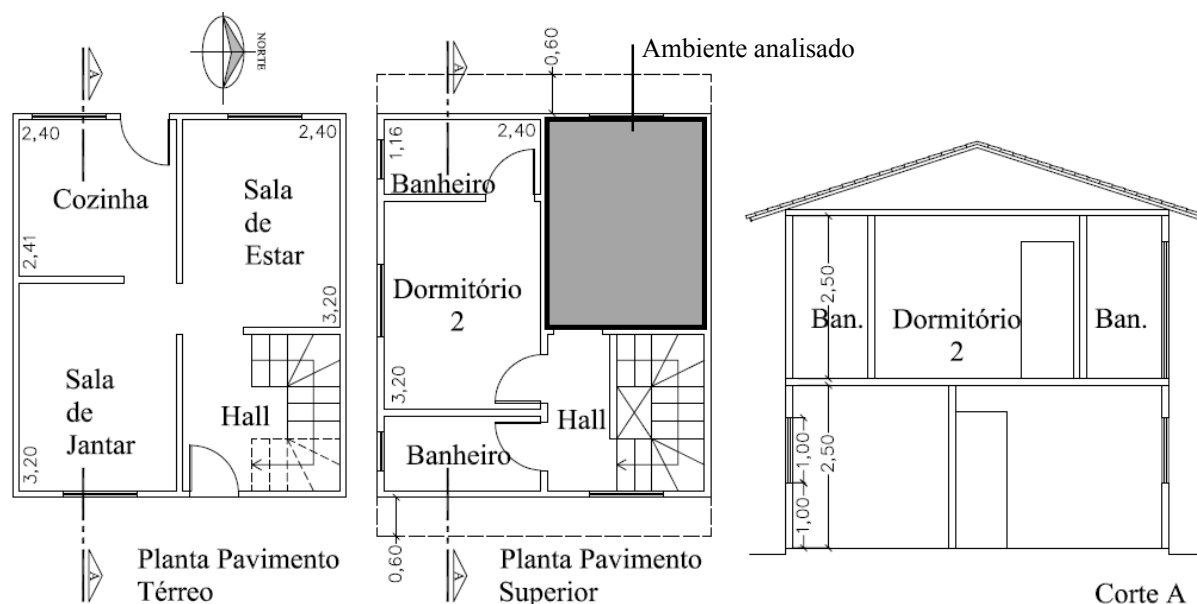
a coberturas com e sem isolante térmico. Os sistemas construtivos considerados na análise e suas características térmicas estão apresentados, respectivamente, nos Quadros 3 e 4.

A avaliação pelo método detalhado foi realizada por meio de simulações computacionais da edificação, com o Programa EnergyPlus, que determina o comportamento térmico de edificações sob condições dinâmicas de exposição ao clima. Foram utilizados os dados climáticos apresentados no Quadro 5. Foram determinados os valores horários da temperatura do ar no interior de salas e dormitórios, efetuando-se rotações da edificação, de maneira a considerar as piores condições de exposição para cada ambiente no “dia típico de projeto”. No caso da Zona Bioclimática 8, não há exigência com relação ao período de inverno. Assim, para o dia típico de verão, quando a temperatura do ar interior é menor ou igual à temperatura do ar exterior, é atendido o nível de desempenho “Mínimo”.

Nas simulações foram consideradas as seguintes condições: o sombreamento das janelas, com proteção solar externa ou interna, como brises, cortinas, ou outros elementos, que impeçam a entrada de radiação solar direta ou reduzam em 50% a incidência da radiação solar global no ambiente e ventilação dos ambientes a uma taxa de 5,0 Ren/h (cinco renovações do volume de ar do ambiente por hora).

Foram analisados os resultados da resposta térmica do "Dormitório 1", que apresenta condições mais críticas de exposição à radiação solar, além de estar localizado no segundo pavimento da edificação, sujeito às influências da cobertura do edifício. São evidenciadas as situações em que a edificação atende aos critérios do método simplificado e não atendem aos do método detalhado.

Figura 1 – Projeto arquitetônico da edificação avaliada (sem escala)



Quadro 1 – Valores da transmitância térmica (U) de paredes e cobertura e capacidade térmica (C) de paredes (em destaque os elementos que não atendem o nível “Mínimo” de acordo com o método simplificado)

Descrição		U (W/[m ² .K])	C (kJ/[m ² .K])
Parede ($\alpha^* = 0,30$)	1	2,75	28
	2	0,68	8
	3	0,48	8
	4	2,55	108
	5	4,86	100
	6	4,47	140
	7	4,14	200
Cobertura ($\alpha^* = 0,65$)	I	2,02	-
	II	0,57	-
	III	0,33	-

* absorptância à radiação solar da superfície externa

Quadro 2 – Valores limite da transmitância térmica - U (W/[m².K]) de coberturas e fachadas na Zona Bioclimática 8, previstos na Norma ABNT NBR 15.575 (em destaque os valores de referência utilizados na avaliação)

Cobertura		Fachada	
$\alpha^* \leq 0,4$	$\alpha^* > 0,4$	$\alpha^* \leq 0,6$	$\alpha^* > 0,6$
$U \leq 2,3$	$U \leq 1,5$	$U \leq 3,7$	$U \leq 2,5$

* absorptância à radiação solar da superfície externa

Quadro 3 – Descrição dos sistemas construtivos utilizados na habitação avaliada (A até U)

Descrição a partir da face externa		A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U
Parede	1	Placa cimentícia com esp. de 1 cm, espaço de ar, com esp. de 9 cm e gesso acartonado, com esp. de 12,5 mm	x						x							x						
	2	Placa cimentícia com esp. de 1 cm, lã de rocha com esp. de 5 cm e gesso acartonado, com esp. de 12,5 mm		x						x							x					
	3	Placa cimentícia com esp. de 1 cm, lã de rocha com esp. de 7,5 cm e gesso acartonado, com esp. de 12,5 mm			x						x							x				
	4	Painel de concreto leve, esp. 5 cm, espaço de ar com esp. de 5 cm e gesso acartonado, com esp. de 12,5 mm				x						x							x			
	5	Painel de concreto leve, esp. 5 cm					x						x							x		
	6	Painel de concreto leve, esp. 7,5 cm						x						x							x	
	7	Painel de concreto leve, esp. 10 cm							x							x						x
Cobertura	I	Telha cerâmica, esp. média de 2 cm, espaço de ar com esp. média de 40 cm e forro de gesso acartonado, com esp. de 12,5 mm	x	x	x	x	x	x	x													
	II	Mesma configuração de I, com acréscimo de 5 cm de lã de rocha sobre o forro								x	x	x	x	x	x	x						
	III	Mesma configuração de I, com acréscimo de 10 cm de lã de rocha sobre o forro															x	x	x	x	x	x

Quadro 4 – Características térmicas dos componentes utilizados nas tipologias

Material / componente	Condutividade (W/[m.K])	Massa específica (kg/m ³)	Calor Específico (J/[kg.K])	Absortância à radiação solar	Resistência Térmica ([m.K]/W)
Placa cimentícia / Painel de concreto leve	1,40	2000	1000	0,30	-
Placa de gesso acartonado	0,30	720	840	0,30	-
Telha cerâmica	0,96	1800	1000	0,65	-
Lã de rocha	0,04	100	750	0,65	-
Espaço de ar (parede)	-				0,15
Espaço de ar (cobertura) fluxo descendente	-				0,21

Quadro 5 – Valores de temperatura e radiação solar global incidente em superfície horizontal, para o dia típico de verão considerados nas análises (ABNT, 2007)

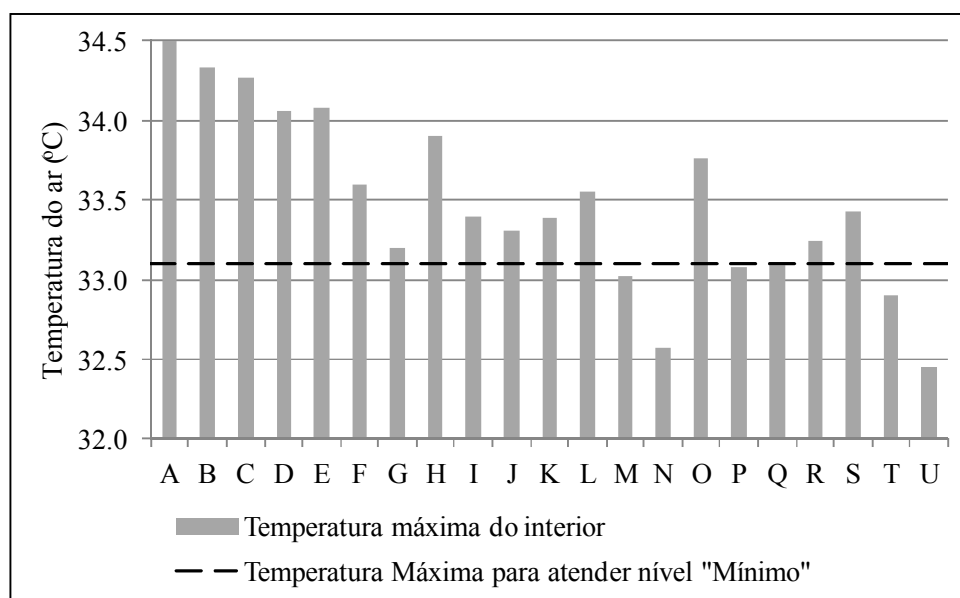
Cidade	Temperatura máxima diária (°C)	Amplitude térmica diária (°C)	Temperatura de bulbo úmido (°C)	Radiação solar (Wh/m ²)
Belém - PA	33,1	10,5	26,1	4368

3. RESULTADOS

Na Figura 2 são apresentados os resultados da avaliação do desempenho térmico da edificação pelo método detalhado, indicando-se as temperaturas máximas do ar interior da edificação, por sistema construtivo em relação às temperaturas máximas que propiciam o atendimento do nível “Mínimo” de desempenho térmico.

Os resultados da avaliação do desempenho térmico da edificação pelos dois métodos, conforme apresentado no Quadro 7, demonstram inconsistências, já que vários sistemas construtivos que atendem o nível “Mínimo”, segundo o método simplificado (“H”, “I”, “J”, “K”, “O” e “R”) mas não atendem às condições especificadas para o nível “Mínimo” de desempenho pelo método detalhado.

Figura 2 – Temperaturas máximas do ar interior por tipologia e valor limite da temperatura do ar interior para obter o nível “Mínimo” de desempenho térmico na avaliação pelo método detalhado



Quadro 7 – Resultados indicando o nível de desempenho térmico obtido pela edificação, por sistema construtivo, de acordo com os métodos simplificado e detalhado de avaliação de desempenho térmico

Sistema	Critérios do método simplificado	Critérios do método detalhado
A	Não atende	Não atende
B	Não atende	Não atende
C	Não atende	Não atende
D	Não atende	Não atende
E	Não atende	Não atende
F	Não atende	Não atende
G	Não atende	Não atende
H	Mínimo	Não atende
I	Mínimo	Não atende
J	Mínimo	Não atende
K	Mínimo	Não atende
L	Não atende	Não atende
M	Não atende	Mínimo
N	Não atende	Mínimo
O	Mínimo	Não atende
P	Mínimo	Mínimo
Q	Mínimo	Mínimo
R	Mínimo	Não atende
S	Não atende	Não atende
T	Não atende	Mínimo
U	Não atende	Mínimo

Pelo método de avaliação por meio de simulação computacional, o nível “Mínimo” de desempenho térmico não é atendido por nenhuma das edificações com cobertura sem isolante térmico. Com a aplicação de 5 cm de isolante térmico na cobertura ($U < 0,57 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$), os resultados são melhores fazendo com que as paredes com maior capacidade térmica ($C > 140 \text{ kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$) propiciem o atendimento do nível “Mínimo” de desempenho térmico (sistemas construtivos “M” e “N”). Com 10 cm de isolante térmico na cobertura, é atendido o nível “Mínimo” em sistemas construtivos (“P” e “Q”) com paredes com isolante térmico ($U < 0,68 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$) bem como aqueles (“T” e “U”) cujas paredes possuem maior capacidade térmica ($C > 140 \text{ kJ}/(\text{m}^2.\text{K})$).

Esses resultados mostram que em um sobrado com padrão popular, sem recursos mais elaborados de projeto arquitetônico, para as condições climáticas de Belém-PA, é fundamental prever o uso de elementos isolantes térmicos na cobertura, mesmo considerando-se o sombreamento das janelas e a ventilação dos ambientes, conforme descrito no item 2. O citado emprego de isolantes térmicos na cobertura viabiliza o uso de paredes pesadas mesmo com elevada transmitância térmica além das paredes leves, em que haja o emprego de isolantes térmicos.

4. CONCLUSÕES

Os critérios presentes no método simplificado de avaliação de desempenho térmico de edifícios para a Zona Bioclimática 8, constantes na norma ABNT NBR 15.575, deveriam ser mais rigorosos quanto aos valores limite de transmitância térmica para as coberturas. Coberturas com transmitância térmica $U < 0,57 \text{ W}/(\text{m}^2.\text{K})$ viabilizam tanto o uso de paredes com elevada capacidade térmica e elevada transmitância como de baixa capacidade e baixa transmitância.

Além disso o enfoque dado para as paredes, deve considerar concomitantemente a

transmitância térmica e a capacidade térmica, desde que estejam associados a baixas transmitâncias térmicas de coberturas.

Para se chegar aos valores mais adequados destes parâmetros, tendo em vista aprimorar os critérios do método simplificado de avaliação de desempenho térmico para a Zona Bioclimática 8, faz-se necessário efetuar um estudo mais abrangente, contemplando um universo maior de tipologias construtivas, conforme as práticas vigentes no mercado de construção civil no nosso país.

REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15220-3**: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 15575**: Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2010.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **Projeto de Norma 02.136.01**: Edifícios Habitacionais de até Cinco Pavimentos – Desempenho. Rio de Janeiro, 2007.

BRITO, A. C.; Akutsu, M.; Vittorino, F. V.; Aquilino, M. M. Sugestões para revisão da Norma ABNT NBR 15.575:2008, referentes ao desempenho térmico. In *Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído – ENTAC 2010*. CD-Rom, 2010.

UNITED STATES DEPARTMENT OF ENERGY. ENERGYPLUS, **Energy Simulation Software** – Energy Efficiency and Renewable Energy – Building Technologies Program. Disponível em: <<http://apps1.eere.energy.gov/buildings/energyplus/>>. Acesso em 05/05/2010.