

# Contribuições para o aprimoramento do método simplificado de avaliação do desempenho térmico de coberturas previsto na norma NBR 15575

*Contributions for the improvement of the simplified method for evaluating the thermal performance of roofs provided by standard NBR 15575:2013*

Adriana Camargo de Brito<sup>a\*</sup>, Henrique Lima Pires<sup>b</sup>, Maria Akutsu<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Laboratório de Conforto Ambiental e Sustentabilidade dos Edifícios, Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A., São Paulo-SP, Brasil.

<sup>b</sup> Fundação de Apoio ao IPT, São Paulo-SP, Brasil.

\*E-mail: [adrianab@ipt.br](mailto:adrianab@ipt.br)

### Palavras-chave:

NBR 15575; desempenho térmico; ventilação; material isolante.

### Keywords:

NBR 15575; thermal performance; ventilation; insulation material.

## Resumo

Este trabalho tem como objetivo subsidiar o aprimoramento da norma NBR 15575:2013 no quesito referente à avaliação do desempenho térmico de edificações pelo método simplificado, para o componente "Coberturas". No Anexo I da parte 5 da referida norma, há uma observação quanto a esse método, no rodapé da tabela I.4, informando que, para a Zona Bioclimática 8, coberturas de telha cerâmica, mesmo sem forro, atenderiam o nível "Mínimo" de desempenho. Neste sentido, existem trabalhos publicados que demonstram exatamente o oposto. Para elucidar essa questão, foram realizadas avaliações do desempenho térmico por meio do método de simulações computacionais, considerando-se uma habitação localizada na Zona Bioclimática 8, com vários tipos de coberturas e diferentes condições de ventilação em um dia típico de verão. Os resultados obtidos indicam que, em edificações com cobertura sem material isolante térmico, um aumento da ventilação do ático não é suficiente para melhorar o desempenho térmico da habitação, por não afetar as trocas térmicas que ocorrem por radiação. Somente com o uso de materiais isolantes térmicos há uma melhora significativa no desempenho térmico da habitação.

## Abstract

*The objective of this paper is to support the improvement of the standard NBR 15575:2013 regarding the assessment of thermal performance of roofs through the simplified method. In Annex I of part 5 of this standard, there is an observation regarding this method, in the foot note of table I.4, stating that, for Bioclimatic Zone 8, ceramic roof tiles, even without a ceiling, would achieve the "Minimum" performance. In this sense, there are works that demonstrate exactly an opposite conclusion. In order to elucidate this issue, thermal simulations of housing located in Bioclimatic Zone 8, with several types of roofing and different ventilation conditions on a typical summer day, were performed. The obtained results indicate that, for roofs without thermal insulation, just an increase in attic ventilation is not enough to improve the thermal performance of the dwelling, since it does not affect the heat exchange which occurs by radiation. Only with the use of thermal-insulation materials, a significant improvement in the thermal performance of the housing is achieved.*

## 1 Introdução

A norma NBR 15575:2013 apresenta requisitos e critérios para avaliação do desempenho de edificações habitacionais, visando garantir condições de habitabilidade. Para a avaliação do desempenho térmico, a norma dispõe de três métodos de avaliação: simplificado, simulação e medição. O método simplificado estabelece, para coberturas, um valor limite máximo para a transmitância térmica, em função da Zona Bioclimática, da cor da superfície externa (absortância à radiação solar) e para as Zonas 7 e 8 é considerado também um fator de ventilação.

No Anexo I da parte 5 da referida norma, há uma observação quanto a esse método, no rodapé da Tabela I.4, informando que, para a Zona Bioclimática 8, coberturas de telha cerâmica, mesmo sem forro, atenderiam ao nível "mínimo". Todavia, vários autores demonstram que isso pode não ocorrer em edificações reais. Brito e Akutsu (2015) apontam a importância da isolamento térmica da cobertura de habitações no atendimento ao nível de desempenho térmico "mínimo" que, geralmente, não ocorre sem a presença de laje ou forro, especialmente, em função da cor utilizada na face externa da cobertura e de elementos isolantes. Ferreira, Souza e Assis (2017) apontam a necessidade de se utilizar coberturas isolantes, ao invés de somente refletoras, em edificações na Zona Bioclimática 8, o que requer que haja forro ou barreiras radiantes nesse componente.

Os objetivos deste trabalho foram: a) identificar o efeito do uso de forros, com e sem materiais isolantes térmicos, na cobertura de habitação e da taxa de ventilação do ático no desempenho térmico da edificação; b) apontar fatores a serem aprimorados no método simplificado de avaliação do desempenho térmico de habitações quanto à cobertura.

## 2 Procedimento metodológico

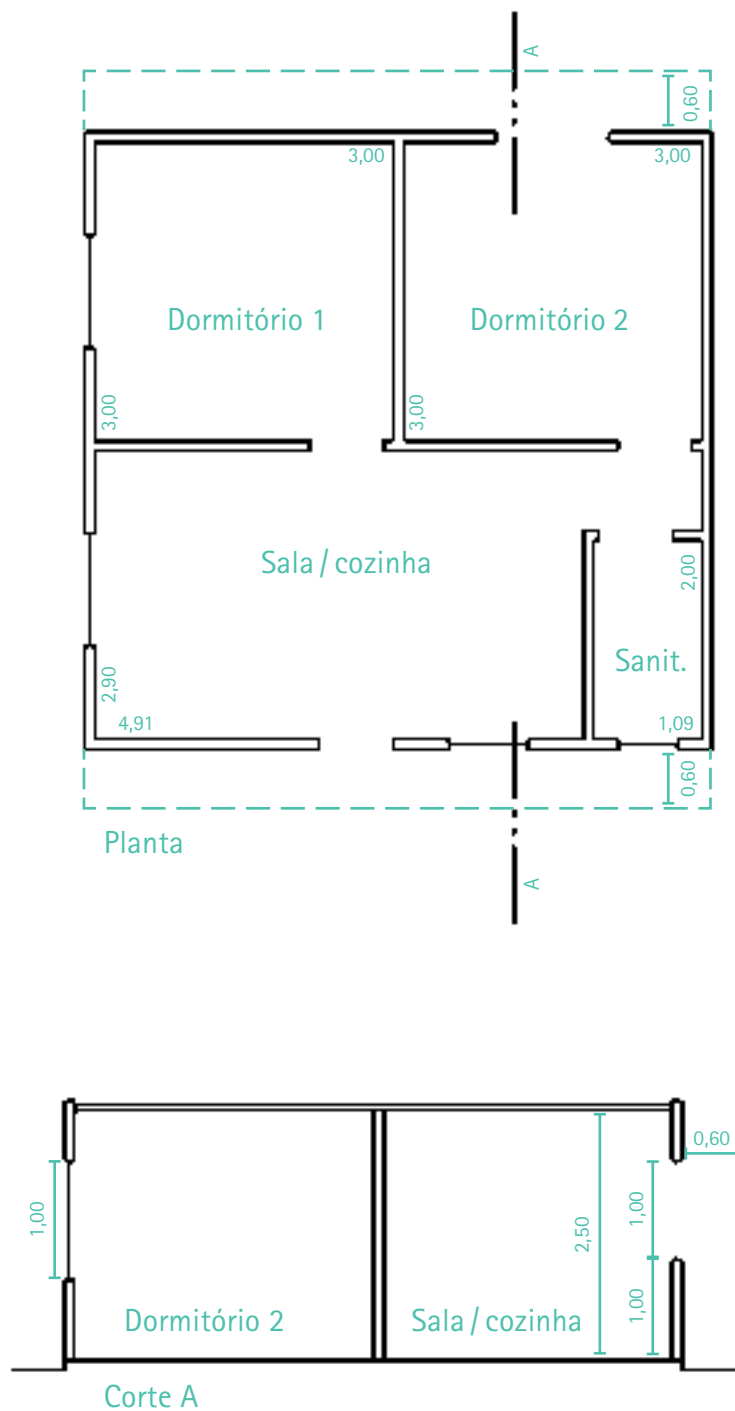
Foram realizadas simulações computacionais da resposta térmica de uma habitação térrea (**Figura 1**), com paredes de 10 cm de concreto comum e telhado em telhas cerâmicas, sem forro e com forro em *drywall*. A habitação foi simulada sem fontes internas de calor, com janelas de dormitórios e sala voltadas para a direção oeste, com ventilação a uma taxa de uma renovação do volume de ar do ambiente por hora (1 Ren/h).

Foram consideradas várias situações de isolamento térmica e de condições de ventilação da cobertura, conforme disposto nas **tabelas 1 e 3**. A habitação foi exposta às condições climáticas de um dia típico de verão da cidade de Manaus – AM (Zona Bioclimática 8), como descrito na **Tabela 2**.

Foram analisados os dados obtidos para o ambiente do ático e do "Dormitório 1", indicados nos gráficos como "D1". Esse recinto (D1) foi selecionado para ilustrar os resultados por apresentar valores mais críticos em comparação com os outros ambientes da habitação. Foram verificadas situações nas quais o recinto atende ao nível "mínimo" de desempenho térmico, segundo a norma NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), ou seja, quando a temperatura máxima do ar interior é menor ou igual à temperatura máxima do ar exterior.

Figura 1 - Projeto da habitação (unidade em m)

## Casa térrea isolada 2 dormitórios



Fonte: Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano do Estado de São Paulo (1997)

Tabela 1 – Condições de isolamento térmica e de taxas de ventilação da cobertura

Item	Componente	Lã de rocha sobre o forro (cm)	Taxa de renovação do ar na cobertura (Ren/h)
1	Sem forro	-	1
2		-	1
3	Forro de <i>drywall</i> com 1,2 cm de espessura	-	5
4		-	10
5		2,5	1
6		5	1
7		10	1

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 2 – Dados climáticos de um dia típico de verão da cidade de Manaus

Dia do ano	Temperatura do solo (°C)	Temperatura Máxima de Bulbo Seco (°C)	Amplitude diária da temperatura do ar (°C)	Temperatura de Bulbo Úmido (°C)	Radiação solar global incidente no plano horizontal (kW/m <sup>2</sup> )
15/set	26,7	34,9	9,1	26,4	5,18

Fonte: elaborado pelos autores

Tabela 3 – Características dos materiais

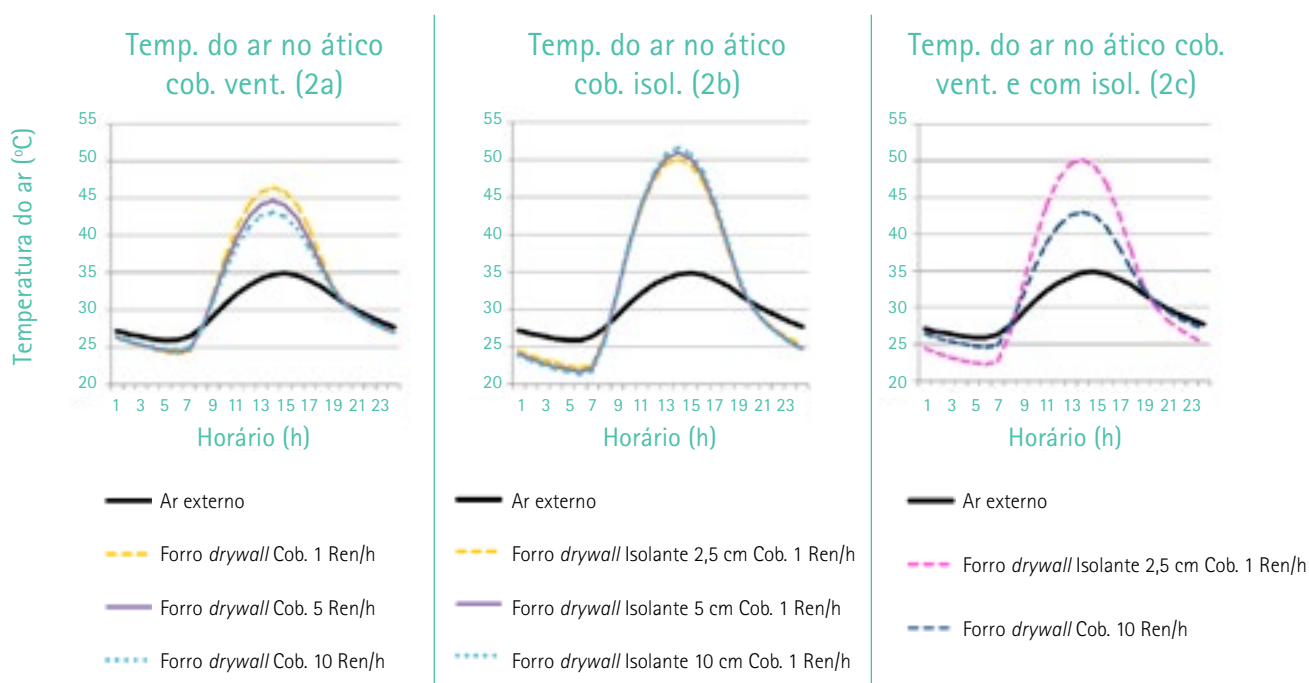
Material	Condutividade térmica (W/m·K)	Massa específica (kg/m <sup>3</sup> )	Calor específico (kJ/m <sup>3</sup> ·K)	Absortância da superfície externa
Concreto	1,7	2400	1000	0,5
Cerâmica	0,8	1800	840	0,7
<i>Drywall</i>	0,3	720	840	-
Lã de rocha	0,05	100	750	-

Fonte: norma NBR 15220 da Associação Brasileira de Normas Técnicas (2008)

### 3 Resultados e discussão

A **Figura 2** apresenta os valores da temperatura horária do ar no interior do ambiente do ático e a **Figura 3** apresenta os mesmos parâmetros para o "dormitório 1", incluindo a situação sem forro na cobertura.

Figura 2 – Temperatura do ar no ático para cobertura com forro em *drywall*: 2a) sem isolante e várias taxas de ventilação; 2b) sem ventilação (1 Ren/h) com diferentes espessuras de isolante; 2c) comparação entre sem ventilação (1 Ren/h) com isolante (2,5 cm) e sem isolante com ventilação de 10 Ren/h



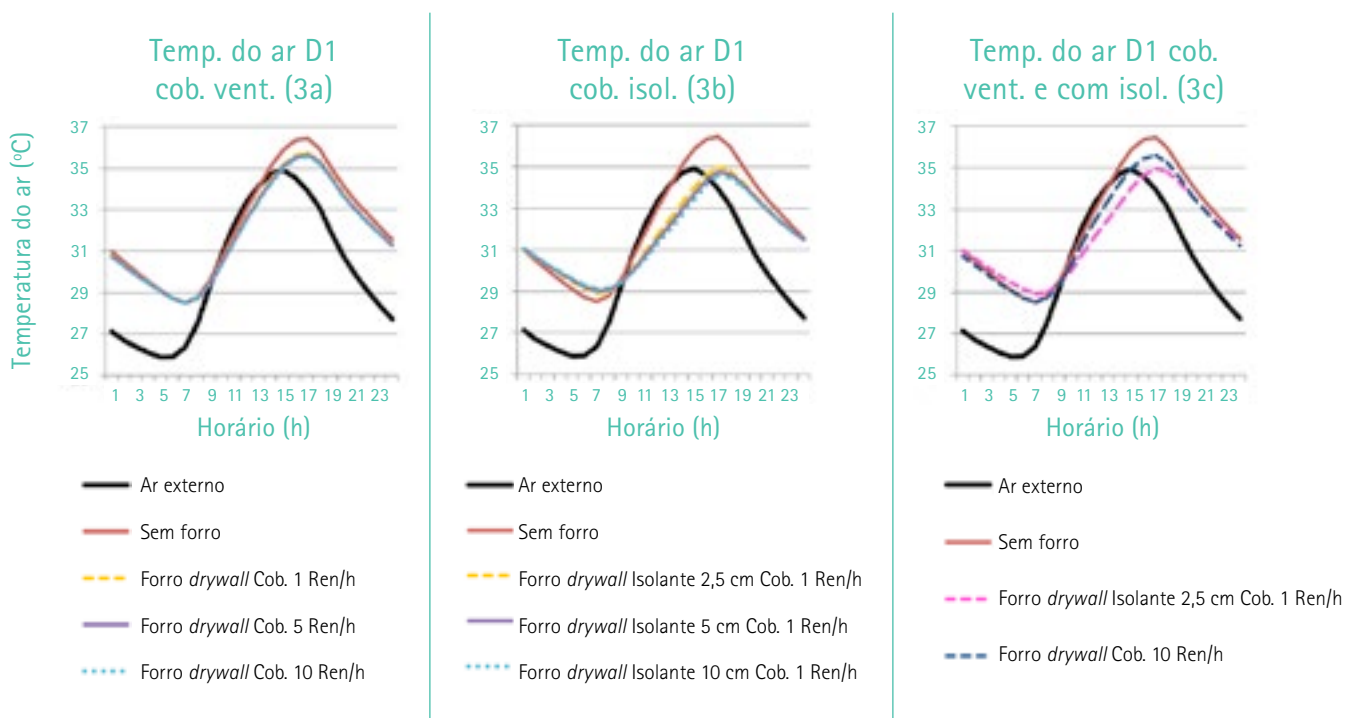
Fonte: elaborado pelos autores

Verificou-se que nas situações com forro de *drywall* e ático ventilado, a temperatura máxima do ar desse ambiente é, significativamente, menor com a taxa de ventilação de 10 Ren/h (43 °C), enquanto na situação com menor ventilação (1 Ren/h), a temperatura máxima do ar é de 46,5 °C .

Com o acréscimo de material isolante térmico sobre o forro e taxa de ventilação de 1 Ren/h, o valor máximo da temperatura do ar no ático é da ordem de 50 °C, independente da espessura do material isolante (2,5 cm a 10 cm).

Nota-se que, nas situações com material isolante térmico, o valor da temperatura máxima do ar no ático é significativamente maior em comparação com as situações com o ático ventilado, com uma diferença de 4 °C a 7 °C, dependendo da taxa de ventilação considerada.

Figura 3 – Temperatura do ar no "dormitório 1", para cobertura com forro em *drywall*: 3a) sem isolante e várias taxas de ventilação da cobertura; 3b) sem ventilação da cobertura (1 Ren/h) com diferentes espessuras de isolante; 3c) comparação entre sem ventilação (1 Ren/h) com isolante (2,5 cm) e sem isolante com ventilação de 10 Ren/h



Fonte: elaborado pelos autores

No "dormitório 1", na condição sem forro, a temperatura máxima do ar interior é de 36,5 °C, enquanto que nas situações com forro de *drywall* e ventilação de até 10 Ren/h no ático, a temperatura máxima é da ordem de 35,5 °C. Em ambos os casos não é atendido o nível "mínimo" de desempenho térmico, conforme a norma NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013).

Com o acréscimo de, pelo menos, 2,5 cm de material isolante térmico sobre o forro, a temperatura máxima do ar interior é da ordem de 34,6 °C, atendendo ao critério referente ao nível "mínimo" de desempenho térmico, além de proporcionar uma redução de 2 °C, em comparação com a temperatura máxima do ar interior no recinto sem forro.

## 4 Conclusões

De modo geral, nota-se que, embora no ático o efeito da ventilação da cobertura seja significativo para reduzir a temperatura máxima do ar nesse ambiente, não é suficiente para proporcionar desempenho térmico adequado à habitação, por não afetar as trocas térmicas decorrentes da radiação.

Ventilar o ático pode ser uma opção adequada em comparação com uma situação sem forro. Porém, somente com o uso de elementos isolantes térmicos na cobertura há uma melhora significativa nas condições térmicas da habitação, proporcionando o atendimento ao nível "mínimo" de desempenho térmico. Os resultados deste estudo indicam que isolante térmico do tipo resistivo, com espessura de pelo menos 2,5 cm, colocado sobre o forro da cobertura é suficiente para atender ao critério do nível de desempenho térmico "mínimo".

Vale ressaltar que isso é válido para ambientes habitacionais nos moldes dos analisados, com fontes internas de calor pouco significativas. Para outros modelos de edificação, ou ambientes com fontes internas de calor significativas, é necessário realizar estudos específicos para verificar a adequação de se utilizar materiais isolantes térmicos em componentes construtivos.

É necessário revisar o critério do método simplificado para coberturas, indicado na norma NBR 15575 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS, 2013), especialmente, quanto ao isolamento térmico da cobertura em função da ventilação do recinto, visto que ventilar a cobertura nem sempre compensará o uso de componentes com baixa isolação térmica ou sem forro.

## 5 Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-5**: Desempenho –Parte 5: Requisitos para sistemas de cobertura. Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRITO, A. C.; AKUTSU, M. Contribuição da cor da cobertura na melhoria do desempenho térmico de habitação no período de verão. In: ENCONTRO NACIONAL, 13., / ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 9., 2015, Campinas. **Anais...** Porto Alegre: Antac, 2015.

COMPANHIA DE DESENVOLVIMENTO HABITACIONAL E URBANO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Caderno de Tipologias**. São Paulo: CDHU, 1997.

FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A.; ASSIS, E. S. de. Discussão dos limites das propriedades térmicas dos fechamentos opacos segundo as normas de desempenho térmico brasileiras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 17, n. 1, p. 183- 200, jan./mar. 2017. ISSN 1678-862.