# DESEMPENHO TÉRMICO PELA ABNT NBR 15575: VERSÕES 2013 E 2021

**Luiza Barrio Peixoto (1); Roberta Vieira Gonçalves de Souza (2)**
(1) Bacharel, Arquiteta e Urbanista, luizabarrio@gmail.com, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, (31) 99777-8818
(2) Doutora, Arquiteta e Urbanista, robertavgs2@gmail.com, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

## RESUMO
A metodologia ABNT NBR 15575:2013 para avaliação do desempenho térmico, sofreu diversas críticas ao longo dos anos. Por este motivo um novo texto foi proposto, avaliado e aprovado em consulta pública em Janeiro de 2021 e já está publicado. Sendo assim o estudo em questão buscou compreender as duas metodologias (2013 e 2021) de forma comparativa a fim de entender suas diferenças, verificar se houve evolução e analisar sua restrição em relação ao mercado da construção civil e ao desempenho das unidades habitacionais. Constatou-se que a nova metodologia é menos permissiva em relação aos níveis de desempenho térmico Intermediário e Superior, mas, por outro lado, apresenta certa facilidade na obtenção do desempenho Mínimo. Além disso, resulta em melhor nível de desempenho para climas onde a necessidade do condicionamento artificial é menor. O nível de complexidade da nova metodologia é maior sendo este um possível indicativo do aumento de valor e tempo dos serviços prestados para comprovação do desempenho.

Palavras-chave: NBR15575; Desempenho térmico; Habitações de Interesse Social.

## ABSTRACT
The ABNT NBR 15575: 2013 methodology for rating thermal performance has been criticized over the years. That is what a new text has been proposed, evaluated and approved in public consultation in January 2021 and has already been published. Therefore, the study in question seeks to understand the two methodologies (2013 and 2021) in a comparative way in order to understand their differences, if there was evolution and and analyze its restriction in relation to the civil construction market and the performance of housing units. It was found that the new methodology is less permissive in relation to the Intermediate and Superior levels of thermal performance, but, on the other hand, it presents a certain facility in obtaining the Minimum performance. In addition, it presents a better performance level for climates where there is less need for artificial conditioning. The level of complexity of the new methodology is higher, this being a possible indication of the increase in the value and time of the services provided to prove performance.

Keywords: NBR15575; Thermal performance; Social interest housing.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil possui a maior parte de sua população localizada em áreas urbanas, consolidando em seu território nacional grandes cidades, capitais e metrópoles. Nesse cenário de constante ampliação da malha urbana, existem demandas consideráveis em relação à moradia. Visando a melhora nesse processo, o Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), criado pelo Governo Federal no ano de 2009, atuou até 2020 através de financiamentos para garantir e possibilitar que cada vez mais pessoas tenham suas casas ou apartamentos nos espaços urbanos de maneira regulamentada (BRASIL, 2013). Este programa foi substituído pelo Programa Casa Verde e Amarela, também do Governo Federal (CAIXA, 2021).

De forma a garantir que os espaços residenciais projetados por empresas estejam adequados a parâmetros de qualidade, a Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, publicou em julho de 2013 a Norma de Desempenho de Edificações (ABNT, 2013) visando atendimento a requisitos mínimos propostos. O atendimento à norma é de caráter obrigatório e, consequentemente, todas as edificações construídas a partir de 2013 devem atender aos requisitos propostos, incluindo aquelas que foram financiadas pelo Programa Minha Casa Minha Vida e pelo Programa Casa Verde e Amarela.

Ao longo dos anos de sua aplicação, a NBR 15575 sofreu críticas em diversos aspectos de sua metodologia. Dentro dos muitos itens de desempenho pontuados pela norma, aqui será abordado o desempenho térmico cuja metodologia foi revisada e aprovada em consulta nacional. Sendo assim, o trabalho em questão pretende compreender de forma comparativa as mudanças e avanços obtidos pela nova metodologia em relação à metodologia apresentada pela versão de 2013.

A primeira versão para análise do desempenho térmico da NBR 15575 foi publicada em 2008 sendo que, em seguida, o mercado reagiu e pediu sua revisão, alegando falta de preparo para absorver tudo que havia sido proposto. Dessa forma iniciaram-se novas discussões e em 19 de fevereiro de 2013 uma nova versão foi publicada, sendo válida a partir de 19 de junho de 2013 (CHVATAL, 2014). A metodologia de 2013 apresenta dois possíveis procedimentos para obtenção do nível de desempenho de uma unidade habitacional, o simplificado e o de simulação.

A partir da aplicação da metodologia proposta em situações reais, diversas foram as críticas voltadas ao texto da norma. Sorgato, Melo e Lamberts (2013) analisaram o método de simulação da NBR 15575 constatando limitações, uma vez que foram obtidos diferentes resultados a depender de como os dias típicos de inverno e verão eram configurados.

Brito et al. (2012) avaliaram sistemas diferentes de cobertura em condições diversas de ventilação para a zona bioclimática 8, em um dia típico de verão, verificando que a diretriz dada pela norma pelo método prescritivo, relativa ao desempenho satisfatório de telhas cerâmicas sem utilização de forro na referida zona, não se valida pelo método de simulação. Foi encontrado que, apenas com o uso de um material isolante, as telhas cerâmicas possuíam bom desempenho.

Um ponto bastante relevante abordado por Grigoletti e Sattler (2010) é que, embora as metodologias criadas para os procedimentos simplificados sejam importantes em sentido ao avanço do mercado da construção civil, são avaliados apenas os sistemas de vedação e cobertura, não retratando o comportamento térmico real das unidades habitacionais avaliadas. Nesse sentido aponta-se incoerências entre os métodos distintos disponibilizados pela norma.

Com base nas críticas acumuladas durante o período de aplicação da norma, foram propostas novas metodologias que se propõe a avaliar as unidades habitacionais a fim de entender seu comportamento térmico da forma mais próxima possível do real. O método apresentado por Krelling et al. (2020) propõe alterações significativas como a análise por meio de simulações anuais, a consideração das cargas internas, dos efeitos da ventilação natural, entre outros. Além disso é proposta a avaliação através da comparação entre dois modelos, real e referência.

## 2. OBJETIVO

O objetivo geral do estudo é estabelecer uma comparação entre o método da NBR 15575:2013 para desempenho térmico e o novo texto aprovado em janeiro de 2021, a fim de entender as mudanças propostas e analisar sua restrição no mercado da construção civil. De forma mais específica, o trabalho pretende analisar Habitações de Interesse Social e seus sistemas de vedação mais utilizados – com foco no programa Minha Casa Minha Vida (atual Casa Verde e Amarela) – em relação a possíveis contextos climáticos nos quais podem ser implantadas. Para realizar o estudo, utilizou-se como modelo uma tipologia típica definida que atende às exigências mínimas estabelecidas do programa em questão. Para análise foi considerado o método de desempenho térmico proposto pela NBR 15.575 – 2013, bem como o texto revisado e aprovado.

## 3. MÉTODO

Para realização do trabalho proposto foram estabelecidas sete etapas:

1. Definição das cidades que seriam simuladas a partir dos intervalos de análise propostos pelo texto da nova metodologia da NBR 15575 para desempenho térmico;
2. Definição da tipologia a ser simulada com ajuda da Pesquisa de Posses e Hábitos, realizada em 2019 pelo PROCEL, PPH 2019, (ELETROBRAS 2019), junto com as determinações do Programa Minha Casa Minha Vida.
3. Determinação dos cenários a serem simulados a partir de alguns dados da PPH 2019 em relação aos sistemas construtivos utilizados no Brasil, de dados disponíveis no material "Selo Casa Azul: Boas Práticas para Habitação Mais Sustentável" realizado pela Caixa Econômica Federal (BRASIL, 2010) e da própria metodologia dos textos da norma.
4. Verificação de desempenho dos cenários escolhidos pelo Procedimento Simplificado da NBR 15.575 para desempenho térmico, através da NBR 15.575-4 e NBR 15575-5, que também apresentaram algumas alterações.
5. Simulação dos cenários definidos para cada uma das cidades selecionadas na etapa 1, além do tratamento de dados através da metodologia da NBR 15.575-1:2013.
6. Simulação dos cenários definidos para cada uma das cidades selecionadas na etapa 1, além do tratamento de dados através da metodologia da NBR 15.575-1:2021.
7. Análise dos resultados obtidos.

### 3.1. Cidades analisadas

Foram simuladas cinco cidades em diferentes localidades do território nacional. A escolha das cidades teve como base os seguintes critérios:

1. Contemplação dos três intervalos de temperatura de bulbo seco (TBSm) propostos para análise pelo texto da revisão da NBR 15.575-1:2013;
2. Disponibilidade do arquivo climático da cidade pelo INMET;
3. Cidades com climas frios, amenos e quentes;
4. População superior a 100 mil habitantes.

Os nomes e informações das cidades escolhidas foram dispostos na Tabela 1.

Tabela 1 - Cidades selecionadas para análise.

| UF | Cidade | Latitude | Longitude | Altitude (m) | Intervalo TBSm |
|---|---|---|---|---|---|
| MG | Belo Horizonte | -19,93 | -43,93 | 850 | 1 |
| PR | Curitiba | -25,42 | -49,27 | 924 | 1 |
| CE | Fortaleza | -3,77 | -38,6 | 26 | 2 |
| AM | Manaus | -3,13 | -60,02 | 72 | 3 |
| BA | Salvador | -13,02 | -38,52 | 51 | 2 |

### 3.2. Tipologia simulada

Para o estudo em questão foram utilizadas as determinações da Caixa Econômica Federal e do PCMMV para a Faixa 1 (renda mensal de até R$ 1.800,00). Essa faixa também representa a classe socioeconômica E, segundo as definições do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE

Além disso foram utilizadas informações da Pesquisa de Posses e Hábitos de Uso de Equipamentos Elétricos na Classe Residencial – 2019 (PPH), realizada pelo Procel, a fim de identificar características comuns das habitações em relação às classes socioeconômicas D/E.

Além das definições mostradas acima, existem parâmetros base para realização de um projeto que atenda ao Programa Minha Casa Minha Vida que estão explicitados na Portaria Nº 660, de 14 de Novembro de 2018 e utilizados para elaboração do modelo a ser simulado (BRASIL, 2018). Com base nos itens mencionados foi construída a tipologia utilizada (Figuras 1 e 2).




Figura 1 – Planta da unidade habitacional analisada.

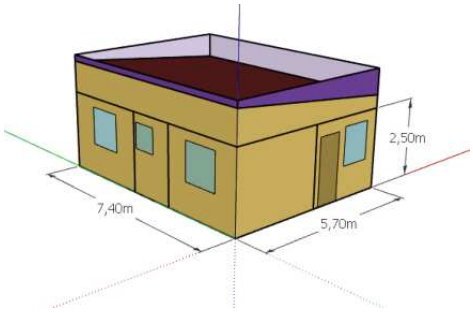



Figura 2 – Modelo base de simulação.

## 3.3. Cenários simulados

Para simulação da unidade habitacional estabelecida foram definidos sistemas de parede e cobertura com ampla utilização pelo PMCMV (Tabela 2).

Tabela 2 – Sistemas de parede e cobertura utilizados.

| **Paredes** | |
|---|---|
| Sistema 1 | Pintura (α) + Argamassa externa (1,5 cm) + Parede em concreto maciço (10 cm) + Gesso Interno (5mm) |
| Sistema 2 | Pintura (α) + Argamassa externa (1,5 cm) + Bloco cerâmico (9x14x24 cm) + Gesso Interno (5 mm) |
| **Coberturas** | |
| Sistema 1 | Telha fibrocimento natural (8mm) |
| Sistema 2 | Telha fibrocimento natural (8mm) + Manta térmica |

Para esse estudo foram utilizados tons claros, médios e escuros nas paredes externas da tipologia para criação dos cenários a serem simulados. As absortâncias utilizadas nesse caso foram as mesmas explicitadas na norma NBR 15.575 – 1:2013, para desempenho térmico, para os tons especificados acima. Foi utilizado α = 0,3 para os tons claros, α = 0,5 para os médios e α = 0,7 para os escuros. Para o sistema de cobertura em telha de fibrocimento foi utilizada absortância de α = 0,65 (DORNELLES, 2021).

A partir das definições acima foram estabelecidos 12 cenários para simulação (Tabela 3).

Tabela 3 – Cenários simulados.

| **Cenário** | **Sistema Construtivo - Paredes** | **Absortância paredes externas (α)** | **Sistema Construtivo - Coberturas** |
|---|---|---|---|
| C1 | Parede de concreto maciço | 0,3 | Fibrocimento natural |
| C2 | | | Fibrocimento natural + manta térmica |
| C3 | | 0,5 | Fibrocimento natural |
| C4 | | | Fibrocimento natural + manta térmica |
| C5 | | 0,7 | Fibrocimento natural |
| C6 | | | Fibrocimento natural + manta térmica |
| C7 | Parede em bloco cerâmico | 0,3 | Fibrocimento natural |
| C8 | | | Fibrocimento natural + manta térmica |
| C9 | | 0,5 | Fibrocimento natural |
| C10 | | | Fibrocimento natural + manta térmica |

| | | | |
|---|---|---|---|
| C11 | | 0,7 | Fibrocimento natural |
| C12 | | | Fibrocimento natural + manta térmica |

Os 12 cenários foram simulados para a orientação considerada mais crítica em relação ao desempenho de verão, apresentada pela NBR 15575:2013. Segundo a norma, a janela do quarto ou sala deve estar voltada para oeste e a outra parede exposta voltada para o norte. Os mesmos cenários também foram avaliados considerando a degradação dos revestimentos utilizados nas paredes externas. Para isso utilizou-se como referência o Anexo A apresentado pela versão 2021 da norma onde é explicitado o cálculo para degradação da absortância à radiação solar. A Tabela 4 apresenta os valores que devem ser utilizados considerando uma degradação de três anos.

Tabela 4 – Absortância à radiação solar da superfície após degradação por um período de três anos.

| **Absortância à radiação solar inicial da superfície externa $\alpha t = 0$** | **Absortância à radiação solar da superfície externa após degradação de três anos $\alpha t = 3$** |
|---|---|
| 0,1 | 0,33 |
| 0,2 | 0,39 |
| 0,3 | 0,45 |
| 0,4 | 0,52 |
| 0,5 | 0,58 |
| 0,6 | 0,65 |
| 0,7 | 0,72 |
| 0,8 | 0,79 |
| 0,9 | 0,86 |

Para simular os cenários, foram definidos materiais de acordo com as informações obtidas na NBR 15220-2. A Tabela 5 abaixo apresenta as propriedades térmicas dos materiais utilizados neste trabalho.

Tabela 5 – Propriedades térmicas dos materiais.

| **Material** | **ρ (kg/m³)** | **Λ (W/(m.K))** | **c (kJ/(kg.K))** |
|---|---|---|---|
| Argamassa externa | 2100 | 1,15 | 1,00 |
| Gesso interno | 750 | 0,35 | 0,84 |
| Telha fibrocimento | 1900 | 0,95 | 0,84 |
| Concreto | 2400 | 1,75 | 1,00 |
| Cerâmica | 1600 | 0,9 | 0,92 |
| Manta Térmica | 35 | 0,03 | 1,67 |

## 3.4. Procedimento Simplificado

Para que o procedimento computacional seja aplicado e desenvolvido, é necessária análise anterior pelo procedimento simplificado pois, uma vez que um cenário é atendido pelo simplificado, não se faz necessário o procedimento por simulação.

Os cenários foram avaliados para cada uma das zonas bioclimáticas contempladas por esse estudo. Sendo assim foram avaliadas as condições para as seguintes zonas:

1. Zona Bioclimática 01: Curitiba;
2. Zona Bioclimática 03: Belo Horizonte;
3. Zona Bioclimática 08: Fortaleza, Manaus e Salvador.

Para avaliação dos sistemas propostos em relação à transmitância térmica e capacidade térmica, foi utilizada a ferramenta Calculadora de Propriedades disponível pelo Projeteee – Projetando Edificações

Energeticamente Eficientes – em componentes construtivos. É necessário inserir cada uma das camadas utilizadas para construir o sistema, escolhendo o material e a espessura do mesmo. Ao final, são geradas as informações necessárias para análise pretendida.

A partir dos valores encontrados, fez-se uma verificação para atendimento ao procedimento simplificado em cada uma das zonas térmicas pretendidas no estudo. Os resultados obtidos foram apresentados para cada um dos cenários propostos, em cada uma das zonas, para cada um dos requisitos mencionados anteriormente.

### 3.5. Procedimento de Simulação Computacional

Os resultados apresentados para o método de simulação computacional foram obtidos a partir da simulação da unidade habitacional no programa EnergyPlus, versão 8.8, seguindo as diretrizes de cada uma das metodologias analisadas.

Para a simulação de ventilação na versão de 2013 da norma foi considerada 1 renovação de ar por hora em cada um dos ambientes simulados durante um dia típico. Para a versão de 2021 foi utilizado o arquivo exemplo disponibilizado pelo Laboratório de Eficiência Energética em Edificações (LABEEE, 2020), para simular a ventilação de acordo com a metodologia proposta na norma.

Cabe ressaltar que, para análise da temperatura do solo foram seguidas as orientações disponibilizadas no material Manual de Simulação Computacional de Edifícios com o Uso do Objeto Ground Domain no Programa EnergyPlus (LABEEE, 2015).

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Resultados pelo Procedimento Simplificado

Os valores marcados em vermelho não atendem aos requisitos propostos pelo texto da norma e, dessa forma, os cenários onde essa situação ocorre devem ser avaliados pelo procedimento de simulação computacional. Os valores marcados em verde atendem aos requisitos e os marcados em cinza não são necessários para avaliação ou não apresentam requisitos. A Tabela 6 apresenta os resultados para os critérios de transmitância térmica e capacidade térmica para os sistemas de vedação e cobertura em todos os cenários analisados. Esses parâmetros se mantiveram nas duas versões da norma.

Tabela 6 – Avaliação dos cenários para transmitância e capacidade térmica pelo procedimento simplificado.

| NBR 15575 2013 e 2021 | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Cenários** | **α ParExt** | **α Cob** | **U par W/(m².K)** | | | **CT par kJ/(m².K)** | | **U cob W/(m².K)** | | |
| | | | **ZB1 e 2** | **ZB3 a 8** | | **ZB 1 a 7** | **ZB8** | **ZB 1 e 2** | **ZB 3 a 6** | **ZB 7 a 8** |
| | | | Upar ≤ 2,5 | α ≤ 0,6 | α > 0,6 | Ctpar ≥ 130 | NA | Ucob ≤ 2,3 | α > 0,6 | α > 0,4 |
| | | | | Upar ≤ 3,7 | Upar ≤ 2,5 | | | | Ucob ≤ 1,5 | Ucob ≤ 1,5 FT |
| **C1** | 0,3 | 0,65 | 4,0 | 4,0 | | 273,9 | | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| **C2** | 0,5 | | | | | | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| **C3** | 0,7 | | | | 4,0 | | | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| **C4** | 0,3 | | | 4,0 | | | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| **C5** | 0,5 | | | | | | | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| **C6** | 0,7 | | | | 4,0 | | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| **C7** | 0,3 | | 2,6 | 2,6 | | 74,2 | | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| **C8** | 0,5 | | | | | | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| **C9** | 0,7 | | | | 2,6 | | | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| **C10** | 0,3 | | | 2,6 | | | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |
| **C11** | 0,5 | | | | | | | 2,1 | 2,1 | 2,1 |
| **C12** | 0,7 | | | | 2,6 | | | 1,8 | 1,8 | 1,8 |

***α ParEx*** t: absortância das paredes externas; ***α Cob*** : absortância da cobertura; ***U par*** : transmitância térmica das paredes externas; ***CT pa*** r: capacidade térmica das paredes externas; ***U cob*** : transmitância térmica da cobertura.

A Tabela 7 apresenta os resultados para os critérios de aberturas para ventilação e elementos transparentes em todos os cenários analisados. Os parâmetros relativos à abertura para ventilação não foram alterados na nova versão da norma, porém foram acrescentados os parâmetros para análise de elementos transparentes.

Tabela 7 – Avaliação dos cenários para aberturas para ventilação e elementos transparentes pelo procedimento simplificado.

<table>
<tr><th colspan="3">NBR 15575 2013 e 2021</th><th colspan="3">NBR 15575 2021</th></tr>
<tr><th colspan="3">Abertura para Ventilação</th><th colspan="3">Elementos Transparentes</th></tr>
<tr><th>ZB1 a 7</th><th>ZB8 N</th><th>ZB8 NE/SE</th><th colspan="2">Ap,APP ≤ 20,0 m²</th><th>Ap,APP ≥ 20,0 m²</th></tr>
<tr><td>Pv,APP ≥ 7,0%</td><td>Pv,APP ≥ 12,0%</td><td>Pv,APP ≥ 8,0%</td><td colspan="2">Pt,APP ≤ 20%</td><td>Pt,APP ≤ 4,0 m²</td></tr>
<tr><td colspan="3">ZB1 e ZB3</td><td rowspan="2">Q1</td><td rowspan="2">Q2</td><td rowspan="2">S</td></tr>
<tr><td>Q1</td><td>Q2</td><td>S</td></tr>
<tr><td>8,4%</td><td>9,6%</td><td>11,0%</td><td rowspan="7">16,7%</td><td rowspan="7">19,1%</td><td rowspan="7">22,0%</td></tr>
<tr><td colspan="3">ZB8/NE</td></tr>
<tr><td>Q1</td><td>Q2</td><td>S</td></tr>
<tr><td>8,4%</td><td>9,6%</td><td>11,0%</td></tr>
<tr><td colspan="3">ZB8/N</td></tr>
<tr><td>Q1</td><td>Q2</td><td>S</td></tr>
<tr><td>8,4%</td><td>9,6%</td><td>11,0%</td></tr>
<tr><td colspan="6">Pv,APP: percentual de abertura para ventilação; Pt,APP: proporção de referência dos elementos transparentes.</td></tr>
</table>

## 4.2. Análise pelo Procedimento de Simulação Computacional

Pelo procedimento simplificado foi constatado que nenhum cenário era atendido, sendo necessária a avaliação de cada um pelo procedimento de simulação computacional. A Tabela 8 mostra o desempenho obtido em cada cenário para cada uma das cidades avaliadas de acordo com a metodologia em vigor e com a proposta. A terceira coluna indica os resultados obtidos para a metodologia de 2013, a quarta coluna para a metodologia de 2021 quando utilizados valores iniciais de absortância e a última coluna apresenta também a metodologia de 2021 porém quando utilizados valores de absortância degradados.

Tabela 8 – Resultados obtidos para o procedimento de simulação computacional.

| CIDADE | CENÁRIO | NBR 15575-1:2013 | NBR 15575-1:2021 - AI | NBR 15575-1:2021 - AD |
|---|---|---|---|---|
| BELO HORIZONTE | C1 | Intermediário | Superior | Intermediário |
| | C2 | Intermediário | Superior | Superior |
| | C3 | Intermediário | Intermediário | Mínimo |
| | C4 | Intermediário | Intermediário | Intermediário |
| | C5 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C6 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C7 | Intermediário | Intermediário | Mínimo |
| | C8 | Intermediário | Intermediário | Mínimo |
| | C9 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C10 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C11 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| | C12 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| **CIDADE** | **CENÁRIO** | **NBR 15575-1:2013** | **NBR 15575-1:2021 - AI** | **NBR 15575-1:2021 - AD** |
| CURITIBA | C1 | Superior | Mínimo | Intermediário |
| | C2 | Superior | Intermediário | Intermediário |
| | C3 | Intermediário | Intermediário | Intermediário |
| | C4 | Intermediário | Intermediário | Intermediário |
| | C5 | Mínimo | Intermediário | Intermediário |
| | C6 | Intermediário | Intermediário | Intermediário |
| | C7 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| | C8 | Intermediário | Intermediário | Intermediário |
| | C9 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| | C10 | Mínimo | Intermediário | Intermediário |
| | C11 | Não atende | Mínimo | Mínimo |
| | C12 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |

| CIDADE | CENÁRIO | NBR 15575-1:2013 | NBR 15575-1:2021 - AI | NBR 15575-1:2021 - AD |
|---|---|---|---|---|
| FORTALEZA | C1 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C2 | Superior | Intermediário | Mínimo |
| | C3 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C4 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C5 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C6 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C7 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C8 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C9 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C10 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C11 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| | C12 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| CIDADE | CENÁRIO | NBR 15575-1:2013 | NBR 15575-1:2021 - AI | NBR 15575-1:2021 - AD |
| MANAUS | C1 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C2 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C3 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C4 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C5 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C6 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C7 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C8 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C9 | Intermediário | Mínimo | Não atende |
| | C10 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C11 | Mínimo | Mínimo | Não atende |
| | C12 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| CIDADE | CENÁRIO | NBR 15575-1:2013 | NBR 15575-1:2021 - AI | NBR 15575-1:2021 - AD |
| SALVADOR | C1 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C2 | Superior | Intermediário | Mínimo |
| | C3 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C4 | Superior | Mínimo | Mínimo |
| | C5 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| | C6 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C7 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C8 | Intermediário | Mínimo | Mínimo |
| | C9 | Não atende | Mínimo | Mínimo |
| | C10 | Mínimo | Mínimo | Mínimo |
| | C11 | Não atende | Não atende | Não atende |
| | C12 | Não atende | Mínimo | Mínimo |

## 5. ANÁLISE DOS RESULTADOS

De maneira geral é possível observar níveis de desempenho mais restritivos em mais cenários pelo método de 2021 do que pelo método de 2013. Os resultados obtidos para a cidade de Belo Horizonte mostram níveis de desempenho mais baixos obtidos por alguns cenários pelo método de 2021. Todos os cenários são atendidos em ambas as metodologias, inclusive na 2021 quando considerada a absortância degradada. No entanto é possível observar que a análise utilizando valores propostos para a absortância degradada gera diferenças no nível de desempenho como é o caso dos cenários 1 e 3. Os cenários 5, 6, 9, 10, 11 e 12 obtiveram resultados com desempenho inferiores pelo método de 2021. No entanto esse mesmo método apresenta alguns cenários com nível de desempenho superior, diferentemente do método de 2013.

Para a cidade de Curitiba o método de 2013 aponta desempenho superior em todos os ambientes para a condição de inverno e as limitações registradas no desempenho final da unidade habitacional se dão pela condição de verão. No entanto, pela nova metodologia, observa-se que valores mais altos de carga térmica são encontrados para aquecimento, ou seja, há conflito em relação às condições que limitam maiores níveis de desempenho térmico.

As limitações dadas pela condição de verão apontam de forma mais clara as alterações feitas em cada um dos cenários e o não atendimento no cenário 11 acontece no sistema mais crítico, ou seja, com maior absortância (0,7), sem manta térmica na cobertura e com alvenaria de blocos cerâmicos. Pela metodologia de 2021 todos os cenários propostos são atendidos, inclusive quando consideradas as absortâncias degradadas.

No entanto, o cenário 11, já mencionado como o mais crítico, apresenta desempenho mínimo quando analisado pela absortância inicial, degradada e também pelo método em vigor.

Para todas as cidades avaliadas pertencentes à zona bioclimática 8, houve uma redução no nível de desempenho térmico da unidade habitacional. Em Fortaleza apenas o cenário 2 obteve nível intermediário de desempenho e este mesmo cenário se mostrou sensível à degradação da absortância. Sendo assim, é possível perceber a influência da degradação dos materiais no aumento da carga térmica total da unidade habitacional.

Em Manaus a maior parte dos cenários simulados atende com desempenho superior a metodologia de 2013 e nenhum possui desempenho insuficiente. Quando aplicada a metodologia proposta todos os cenários apresentaram desempenho Mínimo, uma vez que a carga térmica obtida para esta cidade é bem alta, impossibilitando que atinjam desempenhos melhores. Os cenários 9 e 11 demonstram o impacto ao se considerar a degradação de superfícies pois, quando considerada a absortância inicial, o desempenho mínimo é atendido e, quando considerados valores de absortância degradados, não há atendimento.

Em Salvador a metodologia proposta se mostrou mais permissiva através dos cenários 9 e 12. O único cenário a obter desempenho intermediário foi o 2, que apresenta cor clara na fachada e manta térmica na cobertura, e apenas quando considerados valores iniciais de absortância.

Apesar de menos permissiva em relação aos níveis de desempenho é possível notar que mais cenários são atendidos de maneira geral, como mostra a Tabela 9.

Tabela 9 – Cenários avaliados e desempenho atingido.

| | NBR15575 - 2013 | | NBR15575 - 2021/AI | | NBR15575 - 2021/AD | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Mínimo | 11 | 18,3% | 44 | 73,3% | 46 | 76,7% |
| Intermediário | 23 | 38,3% | 13 | 21,7% | 10 | 16,7% |
| Superior | 22 | 36,7% | 2 | 3,3% | 1 | 1,7% |
| NA | 4 | 6,7% | 1 | 1,7% | 3 | 5,0% |
| TOTAL CENÁRIOS | 60 | | 60 | | 60 | |

Nota-se que pela metodologia em vigor a maior parte dos cenários obtém desempenho Intermediário e Superior, enquanto pela nova metodologia a maior parte dos cenários obtém desempenho mínimo. Além disso também é possível perceber uma redução no número de cenários que não são atendidos, passando de 4 pela metodologia em vigor para 1, quando analisadas as absortâncias com valores iniciais pela metodologia proposta.

Os sistemas construtivos propostos se comportaram da forma esperada sendo que os cenários com absortâncias menores e com manta térmica na cobertura tiveram melhor desempenho. Os resultados obtidos para os sistemas com bloco cerâmico são um pouco piores do que os obtidos para a parede em concreto maciça.

É possível notar também que a metodologia de 2013 mostra com maior sensibilidade a diferenciação do desempenho dos cenários através do resultado final do que a metodologia proposta, uma vez que avalia os níveis de desempenho por apenas uma variável, temperatura de bulbo seco, enquanto a metodologia de 2021 possui mais de uma variável, temperatura operativa, PHFTo e carga térmica dos ambientes, para avaliar os níveis de desempenho superior e intermediário.

De forma geral foi possível perceber que climas mais amenos, onde os valores de carga térmica tendem a ser reduzidos tanto para aquecimento quanto para resfriamento, possuem mais facilidade de obter desempenhos acima do mínimo na versão de 2021. Climas mais frios e mais quentes, por precisarem mais do condicionamento artificial, tendem a possuir maior consumo de carga térmica. Nesse sentido, a metodologia da nova versão, por avaliar os níveis intermediário e superior com os ambientes condicionados, se apresenta mais restritiva.

Por fim, as principais mudanças percebidas entre as duas metodologias são a maior complexidade da simulação de ventilação na versão de 2021, a inclusão de ocupação e iluminação nos ambientes, a análise de mais de uma variável para o nível mínimo e proposição de uma nova simulação com os ambientes condicionados artificialmente para atendimento aos níveis intermediário e superior.

## 6. CONCLUSÃO

A metodologia proposta e aprovada para avaliação do desempenho térmico de unidades habitacionais em 2021 possui etapas mais trabalhosas e detalhadas do que a metodologia anterior, 2013. Nesse sentido os serviços oferecidos pelo mercado voltados a validação do desempenho térmico devem, consequentemente, requerer maior tempo e investimento dos clientes para obtenção dos resultados.

Por outro lado, percebe-se que a metodologia proposta, apesar de não ser mais permissiva que a anterior quando analisados os níveis de desempenho, garante que a unidade habitacional atinja, pelo menos, o desempenho mínimo. Analisando de forma mais específica, os limites do modelo de referência dados pelo novo texto podem ser um fator considerável para esse resultado.

Sugere-se para trabalhos futuros avaliações relativas ao sombreamento, tanto de elementos da própria unidade quanto de diferentes tipos de entorno, e como isso pode influenciar no método de simulação proposto pelo novo texto, além de avaliações para diferentes contextos climáticos e tipologias habitacionais.

Muito ainda deve ser investigado e avaliado em relação à nova metodologia uma vez que o futuro do mercado da construção civil está diretamente ligado às exigências normativas que são impostas. É necessária a constante avaliação do método a fim de se compreender suas limitações e permitir que habitações de qualidade sejam produzidas em território nacional.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS


ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220: desempenho térmico de edificações**. Rio de Janeiro, 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575: edificações habitacionais: desempenho**. Rio de Janeiro, 2013.

BRASIL. Ministério das Cidades. **Programa Minha Casa Minha Vida**, Brasília, 2013. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/131114_ifh_castilha_minha_casa.pdf. Acesso em outubro de 2020.

BRASIL. CAIXA. **Selo Azul. Boas Práticas para Habitação mais sustentável**. São Paulo: Páginas e Letras, 2010. 203p.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios**. Rio de Janeiro. IBGE, 2015.

BRITO, A. C. et al. **Contribuições Para o Aprimoramento da NBR 15575 Referente ao Método Simplificado de Avaliação de Desempenho Térmico de Edifícios**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 14., Juiz de Fora, 2012. Anais... Juiz de Fora: ENTAC, 2012.

CAIXA. **Casa Verde e Amarela - Habitação Urbana - Recursos FGTS**. Portal Caixa Econômica Federal, 2021. Disponível em: https://www.caixa.gov.br/voce/habitacao/casa-verde-e-amarela/urbana/Paginas/default.aspx. Acesso em março de 2021.

CHVATAL, K. M. S. **Avaliação do procedimento simplificado da NBR 15575 para determinação do nível de desempenho térmico de habitações**. Ambiente Construído, Porto Alegre,v. 14, n. 4,p. 119-134, out./dez. 2014.

DORNELLES, Kelen Almeida. **Biblioteca de absortância de telhas [recurso eletrônico]: base de dados para análise de desempenho termoenergético de edifícios** / Kelen Almeida Dornelles. --São Carlos: IAU/USP, 2021.57 p.

GRIGOLETTI, G. C.; SATTLER, M. A. **Método de Avaliação Global de Desempenho Higrotérmico de Habitações de Interesse Social Para Porto Alegre, RS, Brasil**. Ambiente Construído, Porto Alegre, v. 10, n. 2, p. 101-114, abr./jun. 2010

GUSHIKEN, A. **Novo Minha Casa, Minha Vida prevê aluguel ao invés de financiamento**. Portal Suno Notícias, 2019. Disponível em: https://www.suno.com.br/noticias/minha-casa-minha-vida-aluguel/. Acesso em março de 2021.

KRELLING, Amanda F.; ELI, Letícia G.; OLINGER, Marcelo S.; VEIGA, Rodolfo K.S.; MELO, Ana P.; LAMBERTS, Roberto. **Proposta de método de avaliação do desempenho térmico de residências: NBR 15575**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 18., 2020, Porto Alegre. Anais... Porto Alegre: ANTAC, 2020.

LABEEE. **NBR 15575 – 2020- Desempenho Térmico**. 2020. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/NBR15575-2020

LAMBERTS, R.; GHISI, E.; ABREU, A. L. P.; CARLO, J. C.; BATISTA, J. O.; MARINOSKI, D. L.; NARANJO, A.; DUARTE, V. C. P. **Apostila da Disciplina Desempenho Térmico de Edificações. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações** (LabEEE), Departamento de Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis – SC, 2016.

MAZZAFERRO, L.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Manual de Simulação Computacional de Edifícios Com o Uso do Objeto Ground Domain no Programa EnergyPlus**. Florianópolis, 2015.

MORAIS, H. **Mais de 1,5 mil casas do Programa Minha Casa Minha Vida são entregues em Porto Velho**. Portal G1 Notícias, 2018. Disponível em: https://g1.globo.com/ro/rondonia/noticia/mais-de-15-mil-casas-do-programa-minha-casa-minha-vida-sao-entregues-em-porto-velho.ghtml. Acesso em março de 2021

SILVA, A. **Famílias ocupam casas do 'Minha Casa Minha Vida' de forma irregular em Santarém**. Portal G1 Notícias, 2017. Disponível em: https://g1.globo.com/pa/santarem-regiao/noticia/familias-ocupam-casas-do-minha-casa-minha-vida-de-forma-irregular-em-santarem.ghtml. Acesso em março de 2021.

SORGATO, M. J.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Análise do Método de Simulação de Desempenho Térmico da Norma NBR 15575**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 12., Brasília, 2013. Anais...Brasília: ANTAC, 2013.