XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8866

Testando novos limites de PHFT para a NBR 15575: uma abordagem adaptativa ao clima

Testing new PHFT limits for NBR 15575: a climate-adaptive approach

Renata De Vecchi
UFSC | Florianópolis | Brasil | renata.vecchi@ufsc.br
Rayner Maurício e Silva Machado
UFSC | Florianópolis | Brasil | rayner.mauricio@posgrad.ufsc.br
Letícia Gabriela Eli
UFSC | Florianópolis | Brasil | leticia.gabriela.eli@gmail.com
Mafrize Sousa Oliveira
UFSC | Florianópolis | Brasil | mafrize.oliveira@grad.ufsc.br
Ana Paula Melo
UFSC | Florianópolis | Brasil | a.p.melo@ufsc.br
Roberto Lamberts
UFSC | Florianópolis | Brasil | roberto.lamberts@ufsc.br

Resumo

Neste trabalho é proposta e validada uma função para a determinação de limites adaptativos de ΔPHFT por unidade habitacional, visando aumentar a consistência da avaliação do desempenho térmico no âmbito da ABNT NBR 15575. Partindo-se de aproximadamente 255 mil simulações, foi investigada a variabilidade dos valores de ΔPHFT em diferentes zonas bioclimáticas (ZB). Os resultados evidenciaram elevada dispersão intrazonal, especialmente a partir da ZB 3A, indicando que limites fixos de PHFT para a classificação intermediária não representam adequadamente as diferenças entre climas distintos. Diante disso, foi proposta uma função adaptativa baseada em variáveis climáticas, geográficas e térmicas da edificação de referência, como $PHFT_{ref}$ e temperaturas operativas máxima e mínima. Sua aplicação na base de dados demonstrou maior sensibilidade às condições climáticas específicas e redução de distorções associadas ao uso de limites fixos.

Palavras-chave: Desempenho térmico. PHFT. Limites adaptativos. NBR 15575.

Abstract

This study proposes and validates a function to determine adaptive ΔPHFT limits at the dwelling-unit level, aiming to improve the consistency of thermal performance assessment within the Brazilian standard ABNT NBR 15575. Based on approximately 255,000 simulations, the variability of ΔPHFT values across different bioclimatic zones was investigated. The results revealed high intrazonal dispersion, especially from zone 3A onwards, indicating that fixed PHFT thresholds for intermediate classification do not adequately represent climatic differences. Therefore, an adaptive function was proposed based on climatic, geographic, and thermal variables of the reference building, including PHFTref and maximum and minimum operative temperatures. Its application to the database demonstrated greater sensitivity to specific climatic conditions and reduced distortions associated with the use of fixed thresholds.

Keywords: Thermal performance. PHFT. Adaptive limits. NBR 15575.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8866

INTRODUÇÃO

A avaliação do desempenho térmico de edificações habitacionais no Brasil passou por melhorias significativas a partir das revisões mais recentes e consolidação do método utilizado na ABNT NBR 15575 [1], nas quais o comportamento da edificação sob condições padronizadas de ocupação e operação constitui o foco central. Tais condições, embora não representem integralmente a variabilidade do uso real das edificações, permitem a comparação padronizada do desempenho térmico considerando diferentes soluções construtivas.

Especificamente no âmbito do conforto térmico, as revisões foram motivadas por limitações identificadas nos métodos originalmente propostos [2], o que conduziu à reformulação dos procedimentos e resultou na adoção de indicadores para a definição dos níveis de desempenho. Estes são associados ao método de simulação computacional, e compreendem: o percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT); a temperatura operativa anual máxima e mínima da UH (Tomáx e Tomín), e a carga térmica total (CgTT).

O PHFT representa a fração do tempo em que a temperatura operativa interna permanece em uma faixa de aceitabilidade térmica, enquanto as temperaturas operativas extremas permitem identificar a ocorrência de condições críticas; a carga térmica total é a quantidade total de calor adicionada e/ou retirada do ar para se manterem as condições desejadas em um ambiente [1]. Em conjunto, esses indicadores permitem analisar o desempenho térmico da unidade habitacional tanto em condições de ventilação natural quanto em cenários com o uso do condicionamento artificial. E, ainda, considerar a ocorrência e a duração de situações passíveis de desconforto térmico [3][4].

Embora o cálculo destes indicadores seja realizado a partir de arquivos climáticos específicos, os critérios de classificação para o desempenho térmico definidos pela norma — em especial os limites de PHFT — são estabelecidos por tipologia, não considerando de forma consistente a variação relacionada ao clima [5][6]. No método é possível observar a combinação de uma base de simulação sensível às condições climáticas com critérios de avaliação uniformes [7] partindo-se da unidade habitacional de referência. Pesquisas recentes têm discutido essa limitação, e demonstram que a definição das escalas de desempenho térmico, baseada em simulações e distribuições estatísticas, deveria depender de forma mais significativa da caracterização climática adotada [5][6][8].

Tal comportamento está associado à elevada variabilidade dos resultados associados ao incremento de PHFT entre climas pertencentes a uma mesma zona bioclimática, fenômeno compatível com zoneamentos bioclimáticos e que pode levar à sobreposição de desempenhos térmicos entre zonas distintas. Estudos recentes indicam, ainda, que diferenças em variáveis climáticas relevantes para o desempenho das edificações — como temperatura, radiação solar e potencial de ventilação — podem influenciar os indicadores de desempenho obtidos por simulação [9][10]. Portanto, a adoção de critérios uniformes para a classificação do PHFT pode não representar adequadamente a variabilidade observada entre localidades de uma mesma zona bioclimática, gerando dificuldades no atendimento dos níveis intermediário e superior em algumas cidades [5][6].

Além disso, tal variabilidade pode também ser influenciada pela base climática adotada nas simulações. Embora a NBR 15575 recomende o uso de arquivos INMET, estudos recentes que compararam diferentes bases climáticas utilizadas em simulações de edificações identificaram divergências significativas entre os arquivos INMET e outras referências climáticas, incluindo valores subestimados de radiação solar direta e diferenças nos resultados de indicadores como o PHFT [11]. Esses estudos também indicaram que versões mais recentes dos arquivos TMYx têm maior consistência estatística e menor ocorrência de valores extremos quando comparadas a versões anteriores, além de resultados mais sensíveis às estratégias passivas avaliadas [11].

Diante desse cenário, torna-se importante desenvolver abordagens capazes de incorporar, de forma mais refinada, as características climáticas à definição dos critérios de desempenho térmico. Esta pesquisa propõe um estudo inicial baseado na hipótese de que a adoção de limites adaptativos para o PHFT, definidos a partir de variáveis climáticas e térmicas associadas à unidade habitacional, pode reduzir as disparidades observadas. O objetivo então é propor e validar uma função para a determinação de limites adaptativos de ΔPHFT por unidade habitacional, com base em variáveis relacionadas ao desempenho térmico da edificação de referência e à sua localização climática. Busca-se, com isso, aumentar a consistência da avaliação do desempenho térmico no âmbito da NBR 15575-1, mantendo a lógica conceitual dos indicadores e aprimorando sua aplicação frente à diversidade climática brasileira.

MÉTODO

Para atender ao objetivo proposto, foi estruturado um procedimento metodológico a partir da análise de uma base de dados abrangente resultante de simulações computacionais, combinando múltiplos arquivos climáticos e diferentes configurações construtivas. O método foi estruturado em quatro etapas principais: (i) construção da base de dados; (ii) análise da variabilidade do PHFT em função do clima, (iii) desenvolvimento de uma função para os limites adaptativos e (iv) aplicação do método em estudo de caso.

ETAPA I: BASE DE DADOS

A base de dados utilizada nas análises foi construída a partir de aproximadamente 255 mil simulações computacionais com variações aplicadas à uma tipologia residencial unifamiliar (Figura 1) [12][13] de modelagem conforme a subseção 11.4.7.1 da NBR 15575-1, aplicando-se uma amostragem paramétrica contendo a combinação de todos os casos possíveis. Os principais grupos de parâmetros considerados nas simulações estão descritos na Tabela 1.

A tipologia unifamiliar adotada neste estudo foi utilizada como caso-base para a análise da influência do clima sobre os indicadores de desempenho e sobre os limites de classificação avaliados. É importante destacar que a orientação solar adotada no modelo não tem o objetivo de representar uma solução otimizada sob a ótica bioclimática, e sim da necessidade de manter determinada compatibilidade com a base de dados de simulação do desenvolvimento do estudo, permitindo a comparação entre os diferentes cenários climáticos. Portanto, o foco da pesquisa não está na avaliação de uma solução arquitetônica específica em si, mas no comportamento relativo dos indicadores de desempenho térmico e dos limites de classificação da NBR 15575 a partir de uma tipologia de referência.

Tabela 1: Variáveis consideradas na base paramétrica de simulação

Grupo	Variáveis
Climas	581 cidades
Paredes	Transmitância térmica - 0,36; 0,78; 2,17; 2,43; 4,76 W/(m².K) Capacidade Térmica - 28,9; 91,3; 123,4; 154,2; 240,0 kJ/(m².K) Absortância – 0,58; 0,30; 0,50; 0,80
Cobertura	Transmitância térmica - 0,39; 0,56; 1,15; 1,78; 2,08 W/(m².K) Capacidade Térmica - 13,4; 113,8; 125,9; 131,4; 133,5 kJ/(m².K) Absortância – 0,65; 0,30; 0,50; 0,80
Ventilação	Fator de abertura - 0,45; 0,75; 0,90
Operação, ocupação e cargas internas	Conforme a subseção 11.4.7.3 da NBR 15575
Operação da ventilação natural	Conforme a subseção 11.4.7.4 da NBR 15575

Fonte: os autores.

As simulações foram realizadas para as 12 cidades características da NBR 15220 [14]. A partir destes resultados, foram selecionados 50 casos por cidade, incluindo as condições de referência e de melhor desempenho, e posteriormente simulados para 581 arquivos climáticos do tipo TMYx23. O objetivo foi representar a diversidade climática brasileira a partir da distribuição entre as diferentes zonas bioclimáticas, de acordo com a NBR 15220 [14]. Para cada simulação, foram extraídos apenas os indicadores de desempenho térmico necessários para a análise da proposta:

- Percentual de horas de ocupação dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT);
- Temperaturas operativas máxima (Tomáx) e mínima (Tomín).

Figura 1: Modelo unifamiliar de referência adotado para a construção da base de dados



Nota: Modelo de referência baseado em tipologias de HIS conforme [12].

A partir do PHFT simulado foi calculado o ΔPHFT, que corresponde à diferença entre o PHFT da edificação analisada e o de referência. A referência é o caso analisado com as características pré-determinadas para a condição a partir ABNT NBR 15575-1 [1]. Portanto, para a base de dados deste artigo, só há uma referência por clima.

ETAPA II: ANÁLISE DA VARIABILIDADE DO PHFT

A partir dos resultados encontrados com a base de dados, foi avaliada a possibilidade de se adotarem limites fixos para o ΔPHFT do nível de desempenho intermediário em função das zonas bioclimáticas. Essa etapa do estudo foi executada por meio da análise de dispersão dos valores de ΔPHFT para cada ZB, sendo considerados os valores a partir do percentil 30 (P30) para a definição dos limites fixos. Portanto, foram agrupados cada um dos 50 casos simulados por arquivo climático e estabelecido o P30 para aquela determinada cidade.

ETAPA III: DESENVOLVIMENTO DA FUNÇÃO PARA OS LIMITES ADAPTATIVOS

Nesta etapa, foi ajustado um modelo de regressão linear multivariada para estimar o limite intermediário de ΔPHFT em função de variáveis térmicas e climáticas da edificação de referência. Para cada arquivo climático, adotou-se como variável dependente o limite intermediário de ΔPHFT obtido a partir do percentil 30 (P30) dos casos simulados na etapa anterior. Como variáveis independentes, foram testados indicadores térmicos da edificação de referência ($PHFT_{ref}$, $Tomáx_{ref}$ e $Tomín_{ref}$), além de informações geográficas e de enquadramento climático do local. A partir desse ajuste, foi construída a função para determinação do limite intermediário de ΔPHFT, permitindo investigar em que medida edificações com desempenhos térmicos semelhantes podem apresentar exigências distintas de incremento em função do clima adotado.

ETAPA IV: SELEÇÃO DE CASOS REPRESENTATIVOS E VALIDAÇÃO

Para análise do comportamento do método proposto, foram selecionados os climas representativos de cada ZB (cidades características da NBR 15220-3 [14]) e, nas zonas com maior dispersão, também casos próximos aos limites mínimo e máximo de ΔPHFT. A validação consistiu na comparação entre a classificação obtida pelo método atual da norma e pela abordagem adaptativa proposta, considerando a sensibilidade dos resultados às condições climáticas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados foram organizados em função das etapas descritas no método.

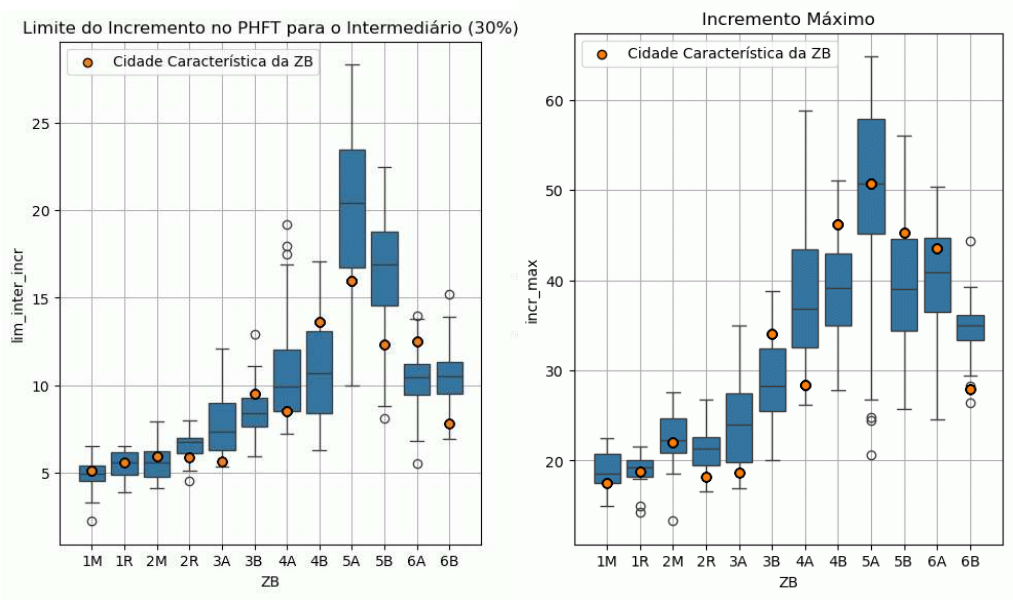
ETAPA II: ANÁLISE DA VARIABILIDADE DO PHFT

Inicialmente, buscou-se definir limites fixos de ΔPHFT para o nível intermediário de desempenho térmico em função das zonas bioclimáticas. Para isso, foram analisadas as distribuições de ΔPHFT da base de dados e adotado o percentil 30 (P30) como critério para definição do limite intermediário em cada clima.

Entretanto, conforme se observa na Figura 2, há uma grande dispersão nos resultados de ΔPHFT dentro de uma mesma ZB, o que indica que mesmo em climas semelhantes há particularidades que podem resultar em valores de ΔPHFT significativamente distintos. É o caso, por exemplo, da ZB 4A, onde o limite para a classificação intermediária varia de aproximadamente 7% a 19%, e na ZB 4B de 6% a 17%; na ZB 5A essa variação é de 10% a 28%; e na ZB 5B de 8% a 22%.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8866

Figura 2: Distribuição dos valores de incremento do PHFT em relação à referência por zona bioclimática para o P30 à esquerda; incremento máximo observado à direita



Do ponto de vista construtivo, esses resultados sugerem que soluções de envoltória semelhantes podem demandar incrementos bastante distintos de desempenho para alcançar a mesma classificação intermediária, dependendo do comportamento térmico da condição de referência sob cada clima. Ou seja, o uso de um único limite por zona pode penalizar ou favorecer determinadas localidades sem que isso corresponda, necessariamente, a diferenças equivalentes no desempenho efetivo da envoltória.

Na Tabela 2 é apresentada a comparação entre a classificação obtida pelo método atual da norma e pela abordagem adaptativa proposta. Observa-se que a aplicação da função modifica a classificação de uma parcela expressiva dos casos analisados, elevando o percentual de edificações enquadradas no nível intermediário de 43,5% para 69%. Esse resultado indica que a adoção de limites adaptativos altera a distribuição das classificações ao incorporar variáveis climáticas, geográficas e térmicas da edificação de referência. Assim, a principal contribuição da função proposta é tornar a classificação mais sensível às condições específicas de cada clima e à condição térmica da referência, reduzindo distorções associadas à aplicação de critérios uniformes para localidades inseridas em uma mesma zona bioclimática.

A análise dos casos extremos dentro de cada zona bioclimática reforça que as diferenças nos limites intermediários de ΔPHFT estão associadas às condições térmicas da edificação de referência, especialmente ao PHFT de referência, e às Tomáx e Tomín. Em climas nos quais a edificação de referência apresenta desempenho térmico mais crítico — caracterizado, por exemplo, por menores valores de $PHFT_{ref}$ e maiores temperaturas Tomáx — o deslocamento da classificação mínima para o intermediário tende a exigir ganhos absolutos mais elevados de PHFT. Por outro lado, em climas mais amenos, nos quais a condição de referência já apresenta desempenho mais favorável, o incremento necessário tende a ser menor. Portanto, o limite intermediário de ΔPHFT não depende apenas da zona bioclimática, mas também do estado térmico da edificação de referência sob o clima analisado.

Tabela 2: Limites aproximados do ΔPHFT para a classificação intermediária observados nos climas extremos por zona bioclimática

Zona Bioclimática	Limite mín. ΔPHFT (%)	Limite máx. ΔPHFT (%)	Amplitude (%)
1M	2,5	6,5	4,0
1R	4,0	6,5	2,5
2M	4,8	6,3	1,5
2R	5,0	7,5	2,5
3A	5,5	12,0	6,5
3B	6,0	13,0	7,0
4A	7,5	19,0	11,5
4B	6,5	18,5	12,0
5A	10,0	28,5	18,5
5B	8,0	22,5	14,5
6A	5,5	14,0	8,5
6B	7,0	15,5	6,5

Fonte: os autores.

ETAPA III: DESENVOLVIMENTO DA FUNÇÃO PARA LIMITES ADAPTATIVOS

A abordagem baseou-se na amplitude dos resultados de ΔPHFT para cada arquivo climático e caso simulado, considerando o corte em P30. A partir desses casos, foi obtido o valor para os demais indicadores da edificação de referência (PHFT, Tomáx e Tomín). Com os indicadores levantados, foi definida a Equação 1 para o limite de ΔPHFT (L_{int_PHFT}) no nível intermediário de desempenho térmico.

$$L_{int_PHFT} = 28{,}31 - 0{,}17 \cdot PHFT_{REF} - 0{,}44 \cdot Tomax_{ref} + 0{,}15 \cdot Tomin_{ref} + 0{,}06 \cdot Lat - 0{,}07 \cdot Long - 0{,}03 \cdot ZB_{num}$$

Equação 1

Onde:
L_{int_PHFT} é o limite intermediário de incremento do PHFT (%);
$PHFT_{ref}$ é o PHFT da edificação na condição de referência (%);
$Tomax_{ref}$ é a temperatura operativa máxima da edificação na condição de referência (°C);
$Tomin_{ref}$ é a temperatura operativa mínima da edificação na condição de referência (°C);
Lat é a latitude do clima em consideração;
Long é a longitude do clima em consideração;
ZB_{num} é o identificador numérico da zona bioclimática da UH, variando de 1 a 6.

A Equação 1 foi ajustada a partir de uma base de simulações construída para a tipologia unifamiliar adotada neste estudo, que possui características geométricas específicas, incluindo contato com o solo e cobertura exposta. Portanto, sua aplicação deve ser compreendida dentro destas condições de contorno. A extrapolação para outras tipologias demanda investigações complementares e, possivelmente, o ajuste de novas equações adaptadas a diferentes configurações arquitetônicas.

ETAPA IV: SELEÇÃO DE CASOS REPRESENTATIVOS E VALIDAÇÃO

Na Tabela 3 é apresentada a comparação entre a classificação obtida pelo método atual da norma e pela abordagem adaptativa proposta. Observa-se que a aplicação da função modifica a classificação de uma parcela expressiva dos casos analisados, elevando o percentual de edificações enquadradas no nível intermediário de 43,5% para 69%. Esse resultado indica que a adoção de limites adaptativos altera a distribuição das classificações ao incorporar variáveis climáticas, geográficas e

térmicas da edificação de referência, em contraste com o método atual, baseado em critérios uniformes de classificação para a tipologia considerada. Assim, a principal contribuição da função proposta é tornar a classificação mais sensível às condições específicas de cada clima e à condição térmica da referência, reduzindo distorções associadas à aplicação de um mesmo limite a contextos climáticos distintos.

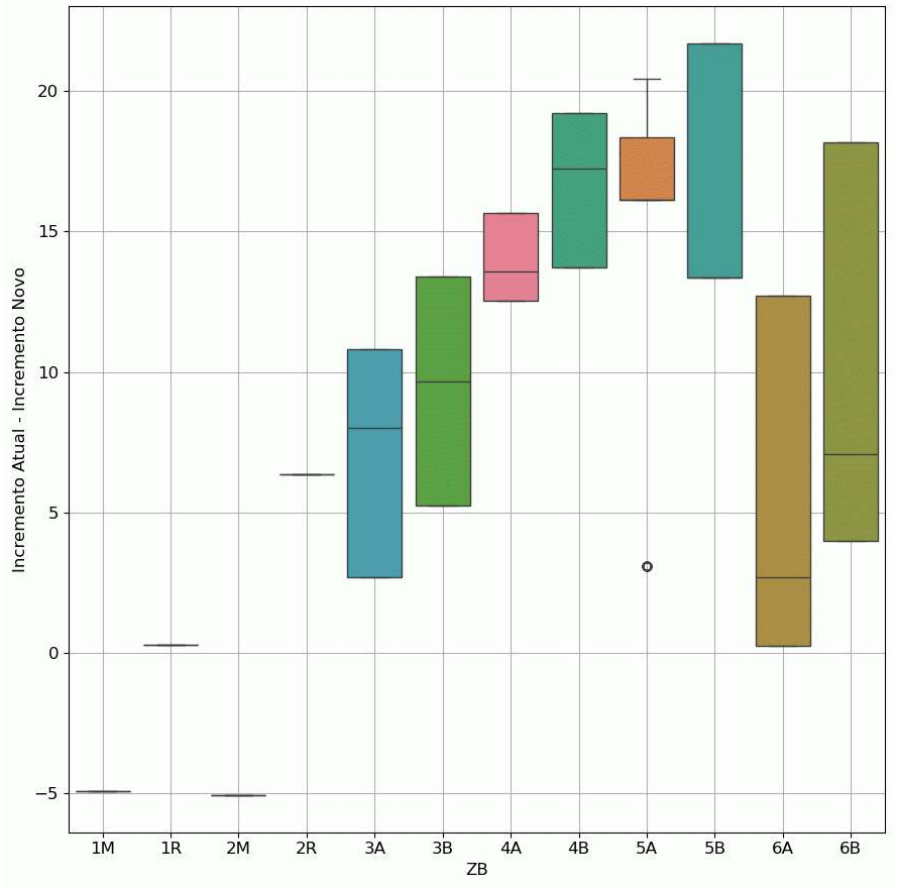
Tabela 3: Comparação entre o percentual de casos da base de teste para o método atual e o método com a função adaptativa

Classificação	Método atual	Método função adaptativa
Atende ao intermediário	594 (43,5%)	942 (69%)
Não atende ao intermediário	771 (56,5%)	423 (31%)

Fonte: os autores.

Na Figura 3 é apresentada a diferença entre o incremento atualmente considerado e o estimado a partir da função. Observa-se que, nas zonas 1 e 2, as diferenças permanecem reduzidas, com maior estabilidade dos limites. A partir da ZB 3A, contudo, a dispersão aumenta de forma expressiva, especialmente nas zonas 4, 5 e 6.

Figura 3: Diferença entre o incremento atual e o incremento estimado pela função adaptativa por zona bioclimática



Tal comportamento reforça que os limites se tornam mais sensíveis às condições locais, o que permite à função adaptativa ajustar os critérios de forma contínua. Assim, são reduzidas as discrepâncias associadas aos limites fixos. Destaca-se, ainda, que a

assimetria observada em algumas zonas indica que a função não atua apenas como um deslocamento médio dos limites, mas também como um mecanismo de reconfiguração da distribuição dos incrementos, o que contribui para uma avaliação mais coerente entre os diferentes contextos climáticos.

CONCLUSÕES

Este artigo propôs e validou uma função para a determinação de limites adaptativos de ΔPHFT por unidade habitacional, incorporando variáveis climáticas e térmicas da edificação de referência, com o objetivo de aumentar a consistência da avaliação do desempenho térmico no âmbito da ABNT NBR 15575. Os resultados evidenciaram limitações na adoção de limites fixos, ao mostrar diferenças relevantes entre climas inseridos em uma mesma zona bioclimática, e indicaram que a função proposta torna a classificação mais sensível às condições térmicas da referência e às particularidades climáticas locais.

Ressalta-se, contudo, que os resultados se referem à consistência interna da classificação frente à variabilidade climática considerada nas simulações, e não à validação direta de sua correspondência com o desempenho térmico real das edificações em uso. Além disso, eles estão condicionados às hipóteses adotadas na base de simulação, construída a partir de uma tipologia unifamiliar específica, sob condições padronizadas de operação e ocupação. Estudos futuros podem investigar o comportamento da função em outras tipologias e configurações arquitetônicas, bem como a necessidade de ajustes ou proposição de novas equações para diferentes geometrias e condições operacionais.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à ENBPar e ao Procel pelo apoio ao desenvolvimento deste trabalho, realizado no âmbito do Convênio ECTI nº ECV 001/2024.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, os autores utilizaram o ChatGPT (OpenAI) para revisar a tradução do resumo em inglês e para verificações pontuais de forma do texto. Após o uso da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** NBR 15575: Edificações habitacionais — Desempenho. Rio de Janeiro, 2021.

[2] SORGATO, M.J.; MARINOSKI, D.L; MELO, A.P.; LAMBERTS, R. **Nota técnica referente à avaliação para a norma de desempenho NBR 15575 em consulta pública**. 2012. Disponível em: https://labeee.ufsc.br/node/397. Acessado em 27/04/2026.

[3] **AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS (ASHRAE).** ANSI/ASHRAE Standard 55: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta: ASHRAE, 2023.

[4] **EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION (CEN).** *EN 16798-1:2019* – Energy performance of buildings – Ventilation for buildings – Part 1: Indoor environmental input parameters for design and assessment of energy performance of buildings addressing indoor air quality, thermal environment, lighting and acoustics. Brussels: CEN, 2019.

[5] KRELLING, A. F. et al. **Proposta de método de avaliação do desempenho térmico de residências: NBR 15575**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2020.

[6] VEIGA, R. K. S. et al. **Proposta para as escalas dos níveis de desempenho térmico de residências: NBR 15575**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2020.

[7] VARJAL, M. B. et al. Desempenho térmico de habitações de interesse social à luz da NBR 15575. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2024.

[8] ALMEIDA, V. G. de et al. **Projeto baseado no desempenho térmico por meio do PHFT da NBR 15575**. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 2024.

[9] MACHADO, R. M. e Silva; BRE, F.; MAZZAFERRO, L.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Bioclimatic zoning for building performance using tailored clustering method and high-resolution climate data.** Energy and Buildings, v. 311, 2024, 114157, https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114157.

[10] MACHADO, R. M. e Silva; BRE, F.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **The impact of climate data uncertainty on bioclimatic zoning for building design.** Building and Environment, v. 269, 2025, 112423, https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.112423.

[11] Geraldi, M.S., Machado, R. M. S., De Vecchi, R., Ramos, G., Bracht, M. B., Melo, A. P., Lamberts, R. **Atualização dos arquivos climáticos nas normas e regulamentos relativos à eficiência energética de edificações. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Universidade Federal de Santa Catarina. Convênio ECTI Procel-UFSC ECV 001/2024. DOI: 10.5281/zenodo.16921675.

[12] LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES (LabEEE) et al. **Reference models for Brazilian social housing post-2023**. 2024. Disponível em: https://zenodo.org/records/12209404. Último acesso em: 30 abr. 2026.

[13] GERALDI, M.; MACHADO, R.M.S.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Análise de desempenho paramétrico da envoltória de Habitações de Interesse Social no Brasil. Power BI Dashboard**. Projeto HabLabEEE, 2025. Disponível em: https://app.powerbi.com/view?r=eyJrIjoiNmU0M2M4NzItNmIxYS00OGRkLThlMTAtYWFkN2IwYWY5YTMwIiwidCI6ImZhNzk1MzFjLThjZTUtNGJkMy05N2VlLTI0NWU2ZWUyNjZiOCJ9. Último acesso em: 30 abr. 2026.

[14] **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS.** ABNT NBR 15220-3: Desempenho térmico de edificações – Parte 3: Zoneamento bioclimático por desempenho. Rio de Janeiro: ABNT, 2024.