ENTAC 2024
XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024

A influência da revisão da ABNT NBR 15575 na classificação do nível de Desempenho Térmico

The influence of the review of ABNT NBR 15575 on the classification of Thermal Performance Level

Mozzara Oliveira da Fonseca
Universidade Federal do Rio Grande do Sul | Porto Alegre | Brasil |
mozzara.fonseca@ufrgs.br
Deivis Luis Marinoski
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil |
deivis.marinoski@ufsc.br
Fernando Simon Westphal
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil |
fernando.sw@ufsc.br

Resumo

A revisão de 2021 da Norma ABNT NBR 15575 introduziu novos indicadores de desempenho térmico, alterando os critérios de avaliação. O foco deste estudo é verificar os impactos gerados pela revisão da NBR 15575 nos métodos empregados para avaliar o desempenho térmico. Para atingir esse propósito, uma análise comparativa foi conduzida, contrastando os procedimentos delineados na versão de 2013 com as modificações incorporadas na revisão de 2021. Este estudo analisa a influência dessa revisão nos métodos de avaliação. Em Pelotas/RS, uma edificação multifamiliar de interesse social foi avaliada usando o método simplificado e simulações computacionais. O método simplificado não classificou a edificação, exigindo simulação computacional em ambas as versões da norma. Na simulação computacional, a versão de 2013 alcançou nível mínimo de desempenho térmico, mas a de 2021 diagnosticou inadequação no térreo, impedindo a classificação. Essa mudança destaca a necessidade de avaliação mais abrangente da edificação. A atualização permitiu melhorias na representação do modelo real, introduzindo parâmetros de análise mais sólidos.

Palavras-chave: NBR 15575. Desempenho Térmico. Habitação de Interesse Social.

Abstract

The 2021 revision of the ABNT NBR 15575 Standard introduced new thermal performance indicators, altering evaluation criteria. The focus of this study is to assess the impacts generated by the revision of NBR 15575 on the methods employed to evaluate thermal performance. To achieve this purpose, a comparative analysis was conducted, contrasting the procedures outlined in the 2013 version with the modifications incorporated in the 2021 revision. This study examines the influence of this revision on evaluation methods. In Pelotas/RS, a multifamily social housing building was assessed using the simplified method and computational

Como citar:
FONSECA, M. O.; MARINOSKI, D. L.; WESTPHAL, F. S. A influência da revisão da ABNT NBR 15575 na classificação do nível de Desempenho Térmico. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

simulations. The simplified method did not classify the building, requiring computational simulation in both versions of the standard. In computational simulation, the 2013 version achieved a minimum level of thermal performance, but the 2021 version diagnosed inadequacy in the ground floor, preventing classification. This change highlights the need for a more comprehensive evaluation of the building. The update allowed improvements in the representation of the real model, introducing more solid analysis parameters.

Keywords: NBR 15575. Thermal Performance. Social Interest Housing.

INTRODUÇÃO

A concepção do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), criado em 2009, pelo Governo Federal em parceria com os estados e municípios, administrado pelo Ministério das Cidades e operacionalizado pela Caixa Econômica Federal (CEF), foi criado para facilitar o acesso à moradia para população de baixa renda, visando a redução do déficit habitacional [1].

Nessa perspectiva, estudos de [2] [3] [4] salientam a problemática de que no Brasil, as Habitações de Interesse Social (HIS) são planejadas para atender produções em larga escala, efetuando reaproveitamento do método construtivo para diversas construções com o intuito de aumento de produtividade, não considerando as condições climáticas da região de cada projeto.

Com o intuito de melhorar o desenvolvimento das HIS, o Regimento Geral do Sistema de Avaliação da Conformidade de Serviços e Obras (SiAC), passou por uma revisão e em 2018 foi atualizado, passando a exigir o atendimento a NBR 15575:2013 – que recentemente passou por nova atualização em 2021 – a qual possui como objetivo esclarecer os itens para atendimento aos requisitos de desempenho e habitabilidade das edificações [5]. A atualização da norma proporcionou novos indicadores de desempenho para verificação térmica.

Diante do exposto, este trabalho busca analisar o padrão de desempenho térmico em uma HIS, segundo a NBR 15575 avaliando o empreendimento através do procedimento simplificado e do procedimento de simulação computacional, com o auxílio do *Software EnergyPlus*, para a versão 2013 e 2021 da norma de desempenho.

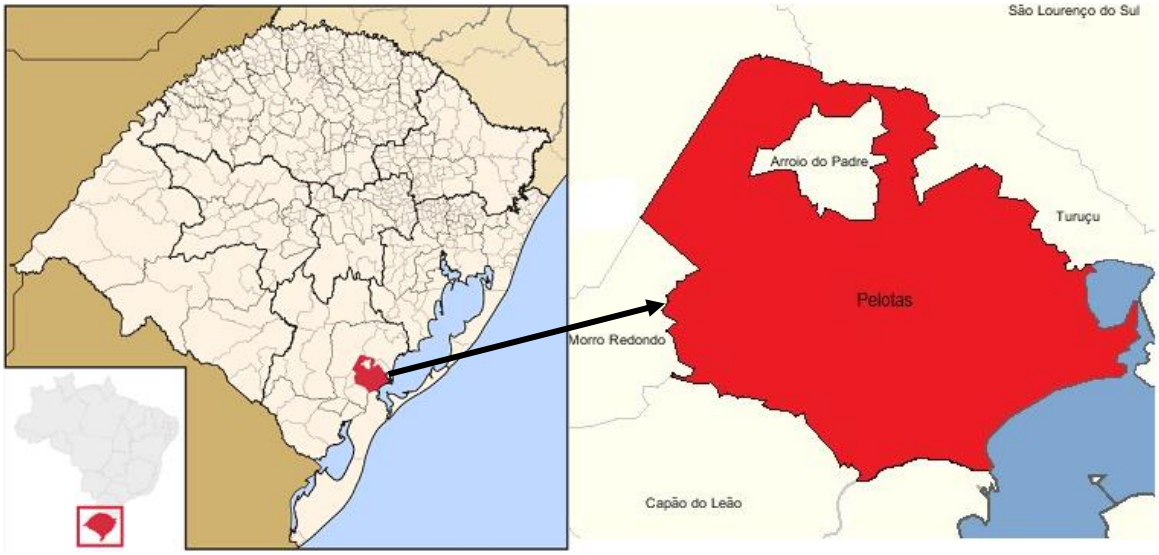
Para desenvolver este estudo, foi selecionado uma região do país cuja zona bioclimática representasse os climas bem definidos, sendo possível observar todas as estações do ano. Desse modo, o empreendimento está localizado na cidade de Pelotas, no estado do Rio Grande do Sul. A justificativa para escolha desta cidade são as oscilações de temperatura ao longo do ano, haja vista que Pelotas possui um clima subtropical úmido, com verões quentes e invernos frios. A variação climática pode criar desafios para alcance de desempenho térmico aceitáveis para a região e por conta disso, é objeto de estudo desta pesquisa.

MÉTODO

CARACTERIZAÇÃO DO OBJETO DE ESTUDO

O objeto de estudo desta pesquisa, localiza-se no município de Pelotas (Figura 1), na região sul do estado do Rio Grande do Sul, possuindo como coordenadas geográficas a latitude 31° 46' 34'' Sul, longitude 52° 21' 34'' Oeste e altitude de 9 metros, estando localizado na zona bioclimática 2 (ZB2). O clima de Pelotas apresenta períodos de chuva durante todos os meses do ano e verões mais moderados, sendo classificado como Cfa de clima subtropical úmido, conforme a classificação de Köppen [6].

Figura 1: Localização geográfica do município de Pelotas – RS



Nota: Adaptado de [7].

O empreendimento deste trabalho é um condomínio residencial de interesse social financiado pelo Programa Minha Casa, Minha Vida (Figura 2). O local onde o objeto de estudo está inserido é constituído por 7 blocos, possui 5 pavimentos com 4 apartamentos por andar, totalizando 140 unidades que variam de 33,65m² até 61,21m².

Figura 2: Visão geral do empreendimento (à esquerda); Fachada do objeto de estudo (à direita).



A tipologia arquitetônica é composta por um edifício residencial multifamiliar, com características construtivas compostas por alvenaria estrutural de blocos cerâmicos, revestimento argamassado externamente, revestimento de gesso internamente, laje de concreto maciço moldada *in loco* de espessura de 10 cm entre pavimentos e sistema de cobertura composto por telha de fibrocimento, com laje de concreto maciço moldada *in loco* de espessura de 10 cm. A Figura 3 apresenta a planta baixa do empreendimento.

Figura 3: Planta baixa do pavimento tipo (sem escala)



Fonte: Empresa Construtora.

AVALIAÇÃO DE DESEMPENHO TÉRMICO

A pesquisa avalia o desempenho térmico da edificação através de um comparativo entre as versões 2013 e 2021 da NBR 15575. Dessa forma, foram verificadas as principais alterações dos indicadores de desempenho para o procedimento simplificado e o procedimento de simulação computacional, analisando os Ambientes de Permanência Prolongada (APP): dormitórios e sala de estar/jantar – cozinha (a cozinha é considerada apenas porque está integrada aos ambientes de sala de estar/jantar).

O procedimento simplificado avalia as propriedades térmicas dos materiais componentes da edificação e compara com os valores de referência expostos da norma. Assim sendo, a NBR 15575 [8] apresenta valores mínimos para classificar a edificação em desempenho mínimo, levando-se em consideração os itens: transmitância térmica (U) – para paredes e cobertura, capacidade térmica das paredes

(CT) e o percentual de abertura efetiva para ventilação (A) para os APP. Na NBR 15575 [9], a principal alteração no item supracitado foi a inclusão do item que considera o Percentual de Elementos Transparentes ($P_{t,APP}$) e área da superfície dos elementos transparentes ($A_{t,APP}$) nos APP.

Dessa forma, os critérios de análise do procedimento simplificado para a ZB2 são os seguintes: U ≤ 2,5 W/m².K para as paredes (versão 2013), U ≤ 2,3 W/m².K para a cobertura, CT ≥ 130 para as paredes, A ≥ 7 % da área de piso. Em contrapartida, para a versão 2021, as principais alterações foram a inclusão de $P_{t,APP} \leq 20,0$ m² e U ≤ 2,7 W/m².K para as paredes (versão 2021).

Para execução da simulação computacional, foi desenvolvido um modelo tridimensional (3D), a partir da planta baixa do empreendimento, empregando o *software SketchUp Pro* (versão 2021) e posteriormente efetuado a simulação com o *plug-in OpenStudio* 3.4.0 que é uma funcionalidade utilizada para auxiliar na modelagem para realizar a interligação entre o modelo 3D com o *software EnergyPlus* (versão 22.1.0).

O procedimento mais modificado na revisão da norma foi a simulação computacional. Antes, a norma baseava os padrões de modelagem apenas nos dias típicos de verão e inverno. Nessa perspectiva, para a ZB2, os critérios de análise para o dia típico de verão são: mínimo: Ti,máx ≤ Te,máx, intermediário: Ti,máx ≤ (Te,máx. – 2 °C), superior: Ti,máx ≤ (Te,máx. – 4 °C). Para o dia típico de inverno: mínimo: Ti,mín. ≥ (Te,mín. + 3 °C), intermediário: Ti,mín. ≥ (Te,mín. + 5 °C) e superior: Ti,mín. ≥ (Te,mín. + 7 °C).

Atualmente, esses itens foram ajustados, considerando a simulação ao longo de todo o ano e deve ser realizado um comparativo entre o modelo de referência (conforme os parâmetros da norma) e o modelo real que considera os itens da edificação real. Os critérios de avaliação da simulação computacional versão 2021 contam com novos indicadores de análise, sendo eles: PHFT (Percentual de Horas de Ocupação dentro de uma Faixa de Temperatura Operativa), Tomáx. (Temperatura Operativa Máxima), Tomín. (Temperatura Operativa Mínima) e CgTT (Carga Térmica Total). Dessa forma, os critérios serão apresentados a seguir:

1. Nível mínimo: $PHFT_{UH,real} > 0,9.PHFT_{UH,ref}$ e CgTT não considera;
2. Nível intermediário: $\Delta PHFT^{a} \geq \Delta PHFT_{mín}{}^{b}$ e $RedCgTT^{c} \geq RedCgTT_{mín}{}^{d}$;
3. Nível superior: $\Delta PHFT \geq \Delta PHFT_{mín}$ e $RedCgTT \geq RedCgTT_{mín}$;
4. Para todos os níveis de desempenho: $Tomáx_{UH,real} \leq Tomáx_{UH,ref} - \Delta Tomáx$ e $Tomín_{UH,real} \geq Tomín_{UH,ref} - \Delta Tomín$.

   [a] ΔPHFT é o incremento do $PHFT_{UH,real}$ em relação ao $PHFT_{UH,ref}$.

   [b] $\Delta PHFT_{mín}$ é o incremento mínimo do $PHFT_{UH,real}$ em relação ao $PHFT_{UH,ref}$, onde há valores específicos explicitados na norma para cada nível de desempenho.

   [c] RedCgTT é a redução da carga térmica total do modelo real ($CgTT_{UH,real}$) em relação à referência ($CgTT_{UH,ref}$).

   [d] $RedCgTT_{mín}$ é a redução mínima da $CgTT_{UH,real}$ em relação à referência ($CgTT_{UH,ref}$), com valor através de tabelas pré-definidas para cada nível de desempenho da NBR 15575.

Deve-se considerar no pavimento de cobertura uma ΔTomáx de 2°C e no restante dos pavimentos (incluindo térreo), deve-se adotar uma ΔTomín de 1°C e a ΔTomín deve ser igual a 1°C para todos os pavimentos avaliados.

Para realizar as simulações computacionais, foi necessário definir parâmetros relativos as propriedades térmicas de cada material, os quais são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Características dos materiais aplicados para simulação

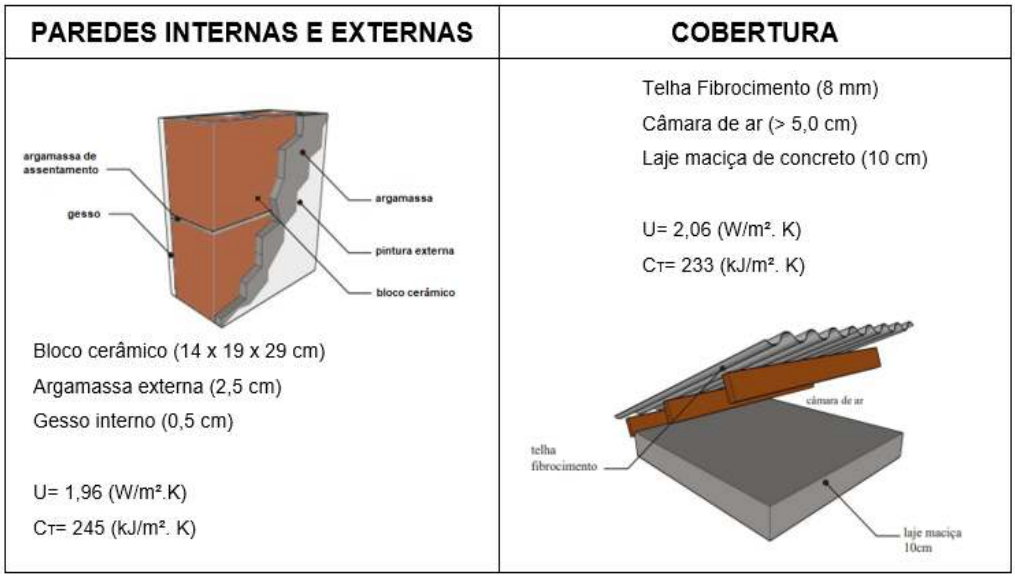
Material (espessura)	Condutividade Térmica (W/m.K)	Densidade (kg/m³)	Calor específico (kJ/kg.K)
Argamassa reboco (2,5 cm)	1,150	2000	1,000
Gesso interno (0,5 cm)	0,300	900	0,840
Bloco cerâmico (14 cm)	0,900	1600	0,920
Concreto – laje (10 cm)	1,750	2200	1,000
Telha de fibrocimento (0,8 cm)	0,950	1900	0,840
Piso de Madeira (0,7 cm)	0,150	600	1,340
Madeira – porta (3,5 cm)	0,150	550	2,300

Fonte: Baseado no estudo de [10].

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para análise do procedimento simplificado segundo a versão 2013 e versão 2021, foram verificadas as propriedades térmicas do modelo segundo os valores de referência que a NBR 15575 apresenta, onde deve ser considerado a zona bioclimática em que a edificação está inserida para assim ser possível avaliar o nível de desempenho térmico (Figura 4).

Figura 4: Propriedades térmicas das paredes e cobertura



Fonte: Adaptado de [11].

A avaliação do procedimento simplificado permaneceu quase inalterada nas versões 2013 e 2021 da NBR 15575, com a adição apenas do critério percentual de abertura para ventilação das unidades habitacionais (Tabela 4). Desse modo, a Tabela 2 e Tabela 3 apresentam os valores verificados para as duas versões da norma.

A Tabela 2 apresenta os critérios necessários para atender os parâmetros de CT_{par}, U_{par} e U_{cob} da norma de desempenho, para a Zona Bioclimática 2 (ZB2) e também apresenta, como resultado, as propriedades térmicas dos sistemas construtivos adotados no projeto.

Tabela 2: Avaliação das propriedades térmicas da parede e cobertura para ZB2, segundo a NBR 15575, versão 2013 e versão 2021

Componente	Transmitância Térmica - U (W/m².K)		Capacidade Térmica - CT (kJ/m².K)	
	Critério	Resultado	Critério	Resultado
Parede	≤ 2,50 (Versão 2013) ≤ 2,70 (Versão 2021)	1,96	≥ 130	245
Cobertura	≤ 2,30	2,06	-	-

Outro critério necessário para avaliação pelo método simplificado é a verificação das áreas efetivas de ventilação natural das Unidades Habitacionais (UH) (Tabela 3). Para fins de cálculo, foram considerados o valor total da área de cada janela e como os ambientes são compostos por janelas com duas folhas de correr, a abertura máxima é obtida quando uma folha está sobre a outra. Dessa maneira, descontando se as áreas dos perfis, tem-se uma área de ventilação de 40% do valor total de área de janela para sala de estar/jantar e cozinha, sendo nos dormitórios esse valor reduzido para 35% por conta de existência da caixa da persiana.

Tabela 3: Avaliação do percentual de abertura para ventilação das unidades habitacionais, versão 2013 e versão 2021

Apartamentos Final 01 e 04 (com sacada)				
APP	**Área de Janela (m²)**	**Área de Ventilação**	**Área Útil do Ambiente**	**% Ventilação (>7%)**
Dormitório 1 (10,04 m²)	1,82	0,637	10,04	6,34
Dormitório 2 (8,00 m²)	1,44	0,504	8,00	6,30
Estar/Jantar – Cozinha	4,02	1,608	18,28	8,79
Apartamentos Final 02 e 03 (sem sacada)				
APP	**Área de Janela (m²)**	**Área de Ventilação**	**Área Útil do Ambiente**	**% Ventilação (>7%)**
Dormitório 1 (10,04 m²)	1,82	0,637	10,04	6,34
Dormitório 2 (8,00 m²)	1,44	0,504	8,00	6,30
Estar/Jantar – Cozinha	3,06	1,224	18,28	6,69

Ao analisar a Tabela 3, nota-se que a maioria dos ambientes não atenderam aos critérios da norma. A Tabela 4 apresenta a avaliação do percentual de elementos transparentes para o empreendimento em análise.

Tabela 4: Avaliação do percentual de abertura para ventilação das unidades habitacionais, versão 2021

Apartamentos Final 01 e 04 (com sacada)			
APP	**$A_{t,APP}$ (m²)**	**$A_{p,APP}$ (m²)**	**$P_{t,APP}$ (≤20%)**
Dormitório 1 (10,04 m²)	1,13	10,04	11,25
Dormitório 2 (8,00 m²)	0,84	8,00	10,50
Estar/Jantar – Cozinha	3,15	18,28	17,23
Apartamentos Final 02 e 03 (sem sacada)			
APP	**$A_{t,APP}$ (m²)**	**$A_{p,APP}$ (m²)**	**$P_{t,APP}$ (≤20%)**
Dormitório 1 (10,04 m²)	1,13	10,04	11,25
Dormitório 2 (8,00 m²)	0,84	8,00	10,50
Estar/Jantar – Cozinha	2,44	18,28	13,34

Segundo a versão 2021 da norma, o percentual de elementos transparentes, quando utilizado vidro incolor, deve ser ≤20% para os APP e conforme a Tabela 4, todos os ambientes atenderam ao requisito necessário.

Para análise de simulação computacional pelo método especificado na versão 2013 da norma, foi considerada a edificação do empreendimento real. Foram verificadas as condições críticas do ponto de vista térmico para cada estação. Para o dia típico de verão, considera-se um APP com janela voltada a fachada oeste e ao menos uma parede com fachada orientada para norte, e, para o dia típico de inverno, a janela deve estar posicionada para a fachada sul da edificação e ao menos uma parede deve estar voltada para a fachada leste. Assim, para análise do dia típico de verão, foi considerado o apartamento 502 do Bloco 01 (Figura 5) e foi determinado o apartamento 504 do Bloco 03 (Figura 6) para análise do dia típico de inverno.

Figura 5: Representação das zonas térmicas do apartamento 502 do bloco 01



Fonte: [12].

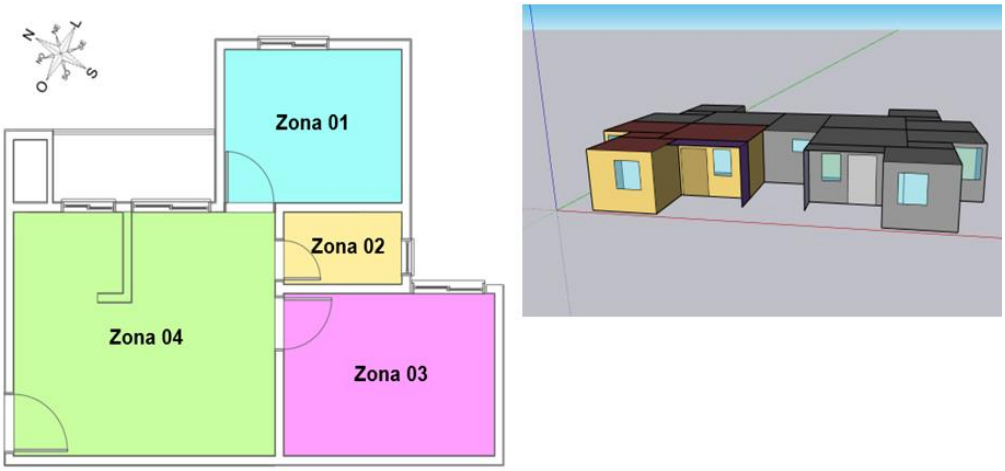
Para análise do dia típico de verão o critério utilizado é de que o APP deve apresentar valores diários máximos de temperaturas internas menores ou iguais aos valores máximos de temperatura externa para que o nível de desempenho mínimo seja alcançado. Os valores obtidos após análise estão representados na Tabela 5.

Tabela 5: Simulação térmica do apartamento 502, bloco 01 para o período de verão

APP	Temperatura Externa de Referência Verão (°C)	Temperatura Interna no Verão (°C)	Classificação de Desempenho
Dormitório	35,5	35,3	Mínimo
Estar/Jantar – Cozinha	35,5	35,4	Mínimo

No contexto mais crítico, a diferença de temperatura observada entre o valor máximo diário da temperatura do ar exterior à edificação com relação ao valor máximo diário da temperatura do ar no interior da edificação foi de 0,1°C. Assim, a simulação computacional do dia típico de verão indica que a edificação apresentou nível de desempenho mínimo.

Figura 6: Representação das zonas térmicas do apartamento 504 do bloco 03



Fonte: [12].

Para análise do dia típico de inverno o critério utilizado é de que o APP deve apresentar valores diários mínimos de temperaturas internas maiores ou iguais aos valores mínimos de temperatura externa, acrescido de + 3°C, para que o nível de desempenho mínimo seja alcançado. Se o valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação for maior ao valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação, acrescido de + 5°C, então o nível de desempenho alcançado é o intermediário. Os valores obtidos após análise estão representados na Tabela 6.

Tabela 6: Simulação térmica do apartamento 504, bloco 03 para o período de inverno

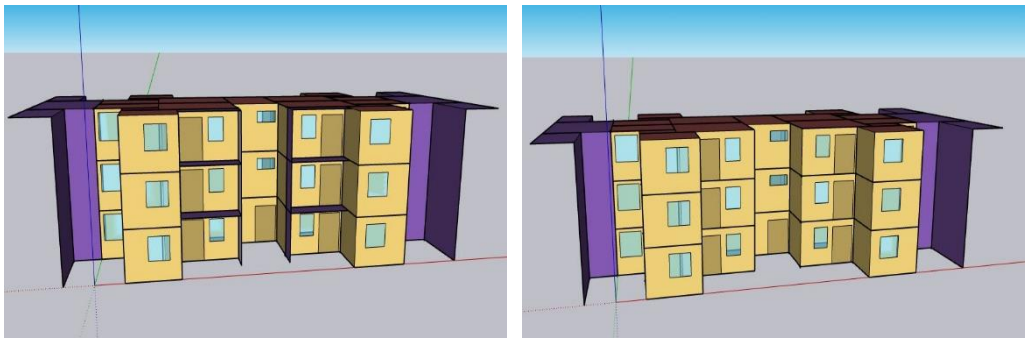
APP	Temperatura Externa de Referência Inverno (°C)	Temperatura Interna no Inverno (°C)	Classificação de Desempenho
Dormitório 01	1,2	7,5	Intermediário
Dormitório 02	1,2	6,1	Mínimo
Estar/Jantar – Cozinha	1,2	7,6	Intermediário

A diferença de temperatura observada entre o valor mínimo diário da temperatura do ar exterior à edificação com relação ao valor mínimo diário da temperatura do ar no interior da edificação foi de 4,9°C. Assim, por esse motivo, a simulação computacional do dia típico de inverno indicou nível de desempenho mínimo.

Na versão 2021, a avaliação de desempenho térmico considerando o comportamento térmico anual para análise da envoltória da edificação, deve ser elaborada realizando a modelagem computacional de dois modelos diferentes, sendo eles: modelo real e modelo de referência. O modelo real conserva todas as características da edificação, enquanto o modelo de referência utiliza o mesmo modelo geométrico do edifício, mas considera as propriedades térmicas de referência que estão inclusas na NBR 15575 [9].

A NBR 15575 [9] expõe a necessidade de avaliar a edificação como um todo. Todavia, pode-se efetuar uma simplificação, eliminando pavimentos com características semelhantes. Portanto, decidiu-se simplificar o modelo visando otimizar a simulação, levando em conta a análise de 3 pavimentos. Dessa forma, a Figura 7 apresenta o modelo de referência e o modelo real da edificação analisada, considerando as características do entorno das edificações vizinhas.

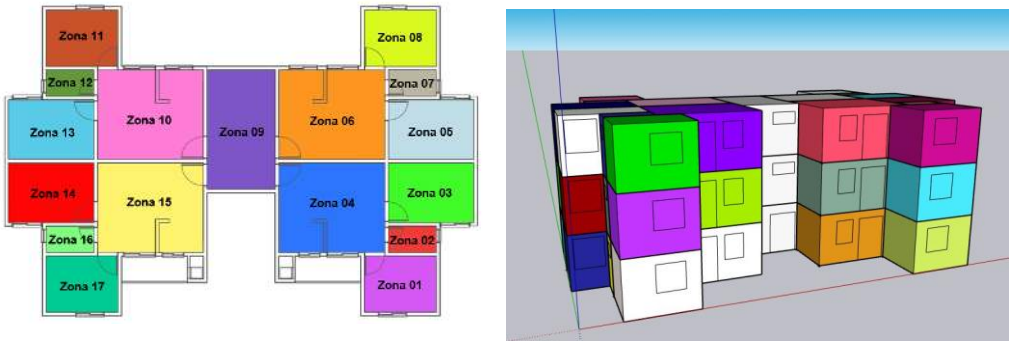
Figura 7: Representação do modelo real (à esquerda); Representação do modelo de referência (à direita).



Fonte: [12].

Cada modelo conta com 16 zonas térmicas por pavimento, sendo a zona 09 (Figura 8) comum a todos os pavimentos e representada pela área de circulação vertical do prédio (escadaria e hall de acesso aos apartamentos). Esta zona é caracterizada como um Ambiente de Permanência Transitória (APT). Dessa forma, a modelagem computacional incluiu um total de 49 zonas térmicas para cada modelo simulado.

Figura 8: Zonas térmicas da simulação em planta baixa (à esquerda); Zonas térmicas em 3D do modelo (à direita).



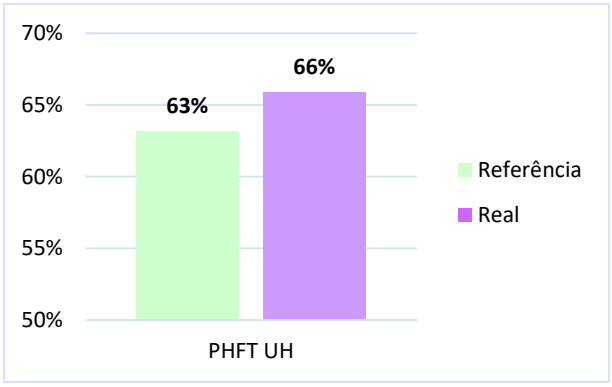
Fonte: [12].

Foram avaliados os resultados para o modelo de referência e o modelo real para o PHFT, o valor Tomáx, o valor de Tomín e a CgTT de cada APP para posterior diagnóstico global da UH. O número total de APP para cada pavimento avaliado foi 12, totalizando

36 APP verificados para inferir o resultado da análise do nível de desempenho térmico da edificação.

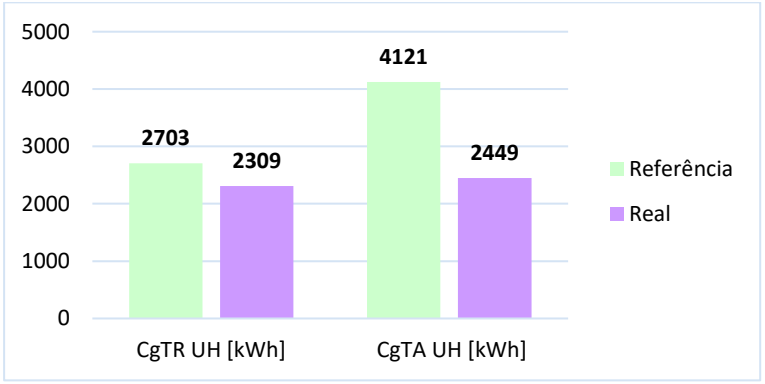
À vista disso, a Figura 9 apresenta o $PHFT_{UH}$ da edificação para o modelo de referência e o modelo real, demonstrando que o valor alcançado para o indicador de desempenho atende ao nível mínimo da NBR 15575 [9], pois o percentual de horas dentro da faixa de temperatura aceitável no modelo real foi superior ao modelo de referência.

Figura 9: Resultado do $PHFT_{UH}$ do modelo real e do modelo de referência para a UH



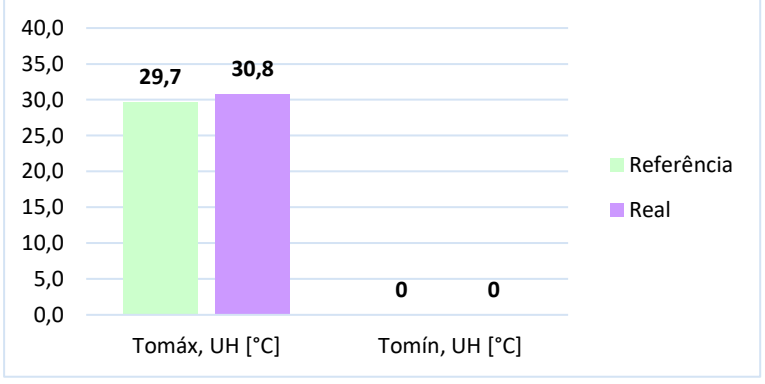
Os resultados obtidos para o modelo de referência e o modelo real da edificação para o indicador de desempenho de CgTR e CgTA estão discriminados na Figura 10.

Figura 10: Resultado da CgTR e CgTA do modelo real e do modelo de referência para a UH



Os resultados obtidos para o modelo de referência e o modelo real da edificação para o indicador de desempenho de Tomáx e Tomín estão apresentados na Figura 11.

Figura 11: Resultado da CgTR e CgTA do modelo real e do modelo de referência para a UH



Embora o indicador Tomín tenha alcançado o critério para atendimento ao nível mínimo da norma, os valores apresentados nos modelos real e de referência não condizem com situações de conforto térmico para os seus usuários, levando em consideração que a temperatura de 0°C é um valor de extremo frio, sendo necessário estratégias de aquecimento para o ambiente.

CONCLUSÕES

A NBR 15575 vem sendo abordada nos últimos anos em inúmeras construtoras com o intuito de melhoria dos projetos para atendimento aos níveis de desempenho da norma. Recentemente, a norma de desempenho foi revisada, ocasionando em novos indicadores desempenho térmico que na versão anterior não eram retratados.

O procedimento simplificado não classificou a edificação em nível mínimo para ambas as versões da NBR 15575, porque a área mínima de ventilação na maioria dos ambientes de permanência prolongada não atingiu os 7% da área do piso exigidos. Isso se deve à escolha dos modelos de janela pela construtora. Esse método somente pode ser empregado para alcance de nível mínimo de desempenho, sendo fundamental o emprego do método de simulação computacional quando há necessidade de atendimento ao nível intermediário ou superior. Por esse motivo, este estudo também dispôs a avaliação da edificação também por meio do método de simulação computacional.

Desse modo, o procedimento de simulação computacional de acordo com a NBR 15575:2013 classificou a edificação em nível mínimo. Por outro lado, a análise por meio da NBR 15575:2021 foi de que a edificação não tem características térmicas suficientes para atingir qualquer classificação. Contudo, compete evidenciar que a edificação não atingiu classificação por somente 0,1°C relativo ao valor de Tomáx para o pavimento térreo, sendo todos os outros indicadores foram devidamente alcançados para todos os pavimentos. Essa questão ocorreu devido ao arredondamento de valores na planilha de cálculo e poderia ser facilmente corrigida com métodos de truncamento.

Porém, o principal problema na versão 2021 foi relacionado aos valores do indicador Tomín. Apesar de atenderem ao nível mínimo da norma, os valores observados nos modelos real e de referência não correspondem a situações de conforto térmico para os usuários. Considerando que 0°C é uma temperatura extremamente fria, são necessárias estratégias de aquecimento para evitar desconforto térmico.

De maneira geral, a maior alteração detectada na revisão da norma, manifesta-se no método de simulação computacional. A NBR 15575:2013 evidenciava a exigência de avaliação dos dias típicos de verão e dias típicos de inverno, segundo a análise das principais situações térmicas críticas que a norma expunha para as duas estações, sendo que em edificações multifamiliares, como a deste estudo, considerava-se apenas o pavimento de cobertura para verificação, sem a inclusão de cargas térmicas (equipamentos, uso e ocupação de pessoas e iluminação), assim como não deixava claro o contato entre a edificação e o solo. Por outro lado, a NBR 15575:2021 modificou

os principais indicadores de desempenho, incluindo a necessidade de avaliação de dois modelos (referência e real).

Em razão disso, o método de simulação computacional, que na versão de 2013 já não era um método tão trivial, tendo em vista a necessidade de conhecimento prévio de *softwares* específicos, tornou-se ainda mais complexo na versão de 2021 da norma de desempenho, uma vez que, para edificações multifamiliares, há imposição de modelagem de vários pavimentos, ocasionando em uma metodologia extensa e que demanda maior carga de trabalho para realizar cada simulação.

No entanto, a mudança nos indicadores de desempenho foi imprescindível, destacando a necessidade de uma avaliação mais abrangente da edificação, não considerando apenas o pavimento de cobertura, como anteriormente era previsto. A atualização possibilitou melhorias significativas na representação do modelo real da edificação, introduzindo parâmetros de análise mais sólidos na busca por avaliações mais fundamentadas.

Como sugestões para trabalhos futuros, recomenda-se aumentar o número de empreendimentos avaliados para investigar uma maior amostragem, examinando quais os impactos gerados e analisar também as edificações em termos de conforto térmico a sua influência.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Tecnológico (CNPq) pela bolsa de estudos e ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PPGEC/UFSC).

REFERÊNCIAS

[1] LIMA, I. V.; BRAGA NETO, G. A. N.; QUIXABA, G. S.; MELO, G. da S. V. de; MESQUITA, A. L. A. Melhoria de desempenho acústico de vedação interna de habitação de interesse social usando simulação numérica. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 4, p. 157-177, out./dez. 2021.

[2] D'AVILA, M. R.; GRAFF, E. S. Desempenho térmico no ambiente construído: estudo de caso com tecnologia inovadora para habitação social na região metropolitana de Porto Alegre (RMPA). **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 6, p. 38848-38861, jun. 2020.

[3] GUARDA, E. L. A.; DURANTE, L. C.; CALLEJAS, I. J. A.; JORGE, S. H. M.; BRANDÃO, R. P. Estratégias Construtivas Para Adequação da Envoltória de uma Habitação de Interesse Social às Zonas Bioclimáticas Mato-Grossenses. **E&S – Engineering and Science**, (2018), 7:1.

[4] SANTOS, T. L; PORTO, F. H. F. S.; SILVA, A. S. Análise da correlação entre conforto e desempenho térmico em habitações de interesse social por simulação computacional, **Ambiente Construído**, v. 20, n. 2, p. 211-229, abr./jun. 2020.

[5] LAZZARINI, S.; HIPPERT, M. A. S. Diretrizes para controle de informação documentada gerada pela implantação da NBR 15575: edificações habitacionais: desempenho em empresas construtoras. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 21, n. 1, p. 181-196, jan./mar. 2021.

[6] NÖRNBERG, S. O.; REHBEIN, M. O. Fragilidade ambiental e vulnerabilidade à perda de solos no município de Pelotas/RS: aplicação e comparação de modelos. **Revista Caminhos de Geografia**, v. 22, n. 81, p. 42-59, jun. 2021.

[7] ABREU, R. L. Locator map of Pelotas in Rio Grande do Sul. 06 jun. 2006. Disponível em:<https://pt.m.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Locator_map_of_Pelotas_in_Rio_Grande_do_Sul.svg>.

[8] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575:** Edificações habitacionais – Desempenho. Rio de Janeiro, 2013.

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

[10] WEBER, F. da S., MELO, A. P., MARINOSKI, D. L., *et al.* **Desenvolvimento de um modelo equivalente de avalição de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus**. Florianópolis, LabEEE, ago. 2017.

[11] MORISHITA, C.; SORGATO, M. J.; VERSAGE, R.; TRIANA, M. A.; MARINOSKI, D. L.; LAMBERTS, R. **Catálogo de propriedades térmicas de paredes e coberturas. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações**. Florianópolis, 2011. Disponível em http://labeee.ufsc.br/.

[12] FONSECA, Mozzara Oliveira da. **Impacto da revisão do item de desempenho térmico da ABNT NBR 15575:** estudo de caso em Pelotas/RS. 2023. 149 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Florianópolis, 2023. Disponível em: https://bu.ufsc.br/teses/PECV1325-D.pdf.