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

O impacto da varanda no desempenho térmico de uma HIS

The impact of the balcony on the thermal performance of social housing

Clara Zibetti Matuella Veiga
UFSC | Florianópolis | Brasil | clarazmv@gmail.com
Letícia Gabriela Eli
UFSC | Florianópolis | Brasil | leticia.gabriela.eli@gmail.com
Matheus Soares Geraldi
UFSC | Florianópolis | Brasil | matheus.s.geraldi@gmail.com
Ana Paula Melo
UFSC | Florianópolis | Brasil | a.p.melo@ufsc.br

Resumo

O programa Minha Casa, Minha Vida, estabelecido para suprir o déficit habitacional do Brasil, vem sofrendo críticas devido à baixa qualidade das habitações. Visando melhorar, a portaria MCID n° 725/2023 estabelece requisitos obrigatórios aos projetos dessas moradias, dentre os quais está a inserção de varandas em edificações multifamiliares. Dessa forma, este trabalho avalia o impacto da varanda no desempenho térmico de um apartamento por meio do procedimento de simulação computacional descrito no Item 11 da NBR 15575-1:2021. Foram exploradas duas formas de modelagem de sombreamento por varanda, comparando-as com um cenário sem a varanda. Foram consideradas três zonas bioclimáticas brasileiras e duas variações de orientação solar de duas unidades habitacionais localizadas no térreo e na cobertura. Os resultados mostram um impacto significativo do sombreamento pela varanda na melhoria do desempenho térmico, reduzindo cerca de 2 °C na temperatura operativa interna, e até 15% da carga térmica em alguns casos. Porém, destaca-se a necessidade de avaliar as limitações relacionadas à forma de modelagem da varanda no programa de simulação.

Palavras-chave: Varanda. Desempenho térmico. Simulação computacional. Habitações de interesse social. Sombreamento.

Abstract

The Minha Casa, Minha Vida program, established to filling Brazil's housing deficit, has been target of criticism due to the insufficient thermal performance. Aiming to improve the quality of housing, MCID ordinance No. 725/2023 establishes mandatory requirements for the projects of housing, including the insertion of balconies in multi-family buildings. Therefore, this work evaluates the impact of the balcony on the thermal performance of an apartment using the computer simulation procedure described in NBR 15575-1:2021 standard, exploring two forms of shading modeling for the balcony in the simulation program, and comparing them with a scenario without the balcony. Three Brazilian bioclimatic zones and two variations in the solar

Como citar:
VEIGA, et.al. O impacto da varanda no desempenho térmico de uma HIS. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais**... Maceió: ANTAC, 2024.

orientation of two apartments (ground floor and roof) were considered. Thermal performance was evaluated by the indicators described in the same standard. There is a significant impact of the shading by the balcony in improving the thermal performance, reducing around 2 °C in the internal operating temperature and up to 15% of thermal load in some cases, however, there is a need to study the limitations related to the modeling in the simulation program.

Keywords: Balcony. Thermal performance. Building simulation. Social housing. Shading.

INTRODUÇÃO

Em 2009 foi lançado pelo governo federal o programa Minha Casa, Minha Vida (MCMV), com o objetivo de suprir o déficit habitacional brasileiro, que na época chegava a quase 6 milhões de residências [1]. Desde a falta de moradia, como as condições precárias das habitações ou a falta de acesso a saneamento básico, o último censo mostra que esse déficit cresceu para 6,2 milhões de moradias [2], apesar das mais de 6 milhões de unidades habitacionais (UHs) entregues desde a criação do programa [3], tornando indispensável sua existência.

No entanto, apesar de 77% dos beneficiários do programa associarem melhora na qualidade de vida à nova residência [4], muitas são as críticas relacionadas à qualidade destas habitações. Böhm [5] exemplifica essas críticas por meio de um levantamento relacionado às principais causas da falta de qualidade nas habitações do MCMV, mostrando que por vezes o combate ao déficit habitacional quantitativo acaba por nutrir o déficit qualitativo. Outro estudo realizado pela Secretaria Nacional de Habitações [6] a respeito da satisfação dos beneficiários do MCMV elenca diversos critérios que medem o contentamento dos usuários com suas residências, uma vez que, em se tratando de habitações de interesse social (HIS), o sucesso do empreendimento está relacionado com a satisfação do usuário e ao bom relacionamento do mesmo com o ambiente construído. Dentre os critérios avaliados na pesquisa, a temperatura das UHs foi um dos critérios que apresentou nível de satisfação bastante reduzido, em especial em climas com temperatura extremas (muito quente ou muito frio), destacando a inadequação dessas HIS em situações climáticas que fogem da “neutralidade”.

Em decorrência da baixa qualidade observada nas habitações e traduzida em críticas ao programa, em junho de 2023 foi publicada a portaria n° 725 do Ministério das Cidades [7], que trata de novas disposições urbanísticas, de projeto, obra e valores para as habitações do MCMV com o intuito de elevar a qualidade das unidades e satisfação dos beneficiários. No que diz respeito aos novos projetos dessas moradias, são estabelecidos diversos critérios voltados aos sistemas construtivos, como absortância de paredes e coberturas, aberturas para ventilação cruzada, sistemas de sombreamento e área dos ambientes, além de materiais com qualidade superior que, além de melhorar a satisfação do usuário, impactam no desempenho e vida útil da edificação.

Dentre os critérios de projeto estabelecidos pela portaria MCID n° 725/2023, a obrigatoriedade da varanda em edificações multifamiliares gerou repercussão por ser exigida em todos os projetos desde a faixa 1 (subsidiada inteiramente pelo governo).

A varanda, com área mínima de 1,5 m² e 0,8 m de largura, é um ambiente anexo geralmente à sala que promove sombreamento neste ambiente, gerando um impacto positivo no desempenho térmico, visto que, quando avaliado segundo a norma NBR 15575-1:2021 [8], em geral é o ambiente de permanência prolongada (APP) que apresenta as maiores temperaturas da edificação.

A norma ABNT NBR 15575:2021 [8] trata dos requisitos de desempenho de edificações e traz em seu Item 11 os critérios necessários para a avaliação e cumprimento do desempenho térmico de unidades habitacionais. Alinhada à nova portaria MCID n° 725/2023, a normativa traz três indicadores que adequam, ou não, a UH a três diferentes níveis de desempenho térmico, podendo ser mínimo, intermediário ou superior. É de caráter obrigatório, para todas as UHs, o atendimento aos requisitos e critérios estabelecidos para o nível de desempenho térmico mínimo, sendo o atendimento aos níveis intermediário e superior, opcional. Para a verificação dos requisitos para todos os níveis de desempenho, esta norma estabelece a utilização do procedimento de simulação computacional.

Em vista às novas adequações obrigatórias para os projetos do MCMV trazidas pela portaria MCID n° 725/2023 [7] e a necessidade da avaliação do impacto desses requisitos frente ao desempenho térmico das edificações, o presente trabalho tem como objetivo avaliar o impacto da inserção da varanda no desempenho térmico de uma HIS por meio de simulação computacional, explorando diferentes formas de modelagem do novo ambiente.

MÉTODO

A pesquisa apresenta duas etapas principais. A primeira consiste no desenvolvimento de três modelos termoenergéticos da tipologia selecionada: um sem varanda (caso base) e outros dois com varanda. A segunda etapa abrange as simulações computacionais, seleção dos climas e variações de orientação solar da edificação.

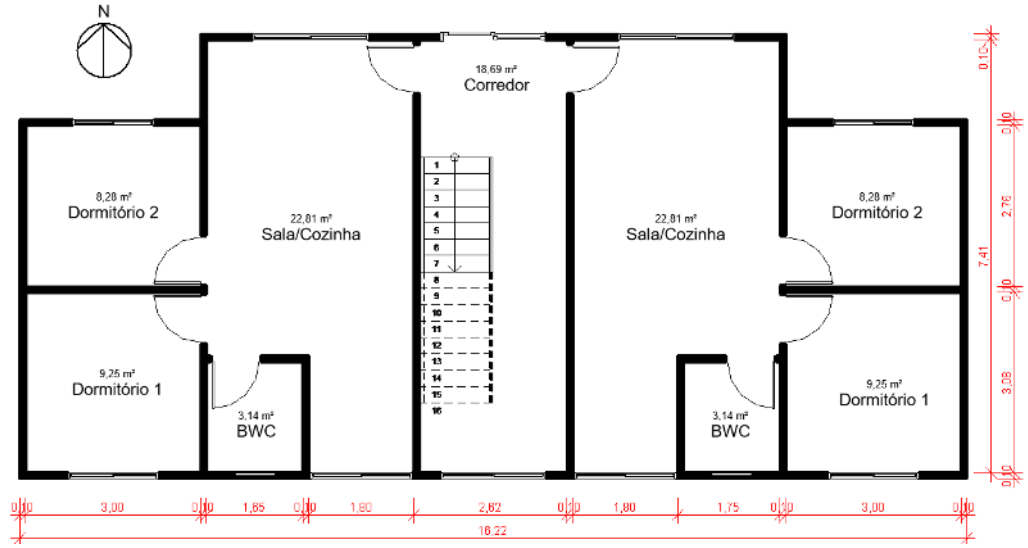
MODELAGEM DA TIPOLOGIA

Dentre as tipologias de HIS multifamiliares mais comumente observadas em empreendimentos do MCMV, foi escolhida a tipologia geminada sobreposta, por apresentar uma quantidade reduzida de UHs por edificação e grande fachada exposta na sala, onde pode ser inserida a varanda para fins de comparação. Além disso, existe a possibilidade de avaliar os dois casos extremos presentes em HIS multifamiliares: térreo e cobertura. Para o estudo, utilizou-se o projeto da tipologia disponibilizado pelo projeto hab.labeee [9], sem as adaptações exigidas pela portaria MCID n° 725/2023, como mostra a Figura 1.

O caso base foi modelado seguindo as especificações para o modelo de referência do procedimento de simulação computacional para a análise de desempenho térmico, descrito na norma NBR 15575-1:2021 [8]. A geometria foi modelada por meio do programa SketchUp, na versão make 2017 [10], através do *plugin* Euclid, versão 9.4.4 [11] e a configuração da simulação e simulação foi realizada diretamente no programa

EnergyPlus (versão 22.1.0) [12]. Os materiais construtivos e suas propriedades (condutividade, calor específico, absortância, emissividade de onda longa e densidade) utilizados no modelo de referência e nos demais modelos com a varanda, são descritos na Tabela 1, e são referentes a um modelo de vedação de 10 cm de espessura para paredes, pisos e lajes. A cobertura é composta por laje, câmara de ar com resistência térmica de 0,21 (m².K)/W e telha de 6 mm de espessura, com propriedades também descritas na Tabela 1. Além disso, para cidades localizadas na zona bioclimática 8, segundo a NBR 15220:2005 [13], é incluída sobre a laje uma camada de isolante com resistência térmica igual a 0,67 (m².K)/W, absortância igual a 0,7 e emissividade de ondas longas igual a 0,9. Os elementos transparentes, que nesse caso se resumem aos vidros das janelas e a porta-janela que dá acesso à varanda, correspondem a 17% da área de piso do APP onde estão inseridos, e apresentam fator solar igual a 0,87 e transmitância térmica de 5,7 W/(m².K).

Figura 1: Planta baixa do primeiro pavimento da edificação sem a inserção da varanda.



Fonte: os autores.

Tabela 1: Propriedades dos materiais construtivos

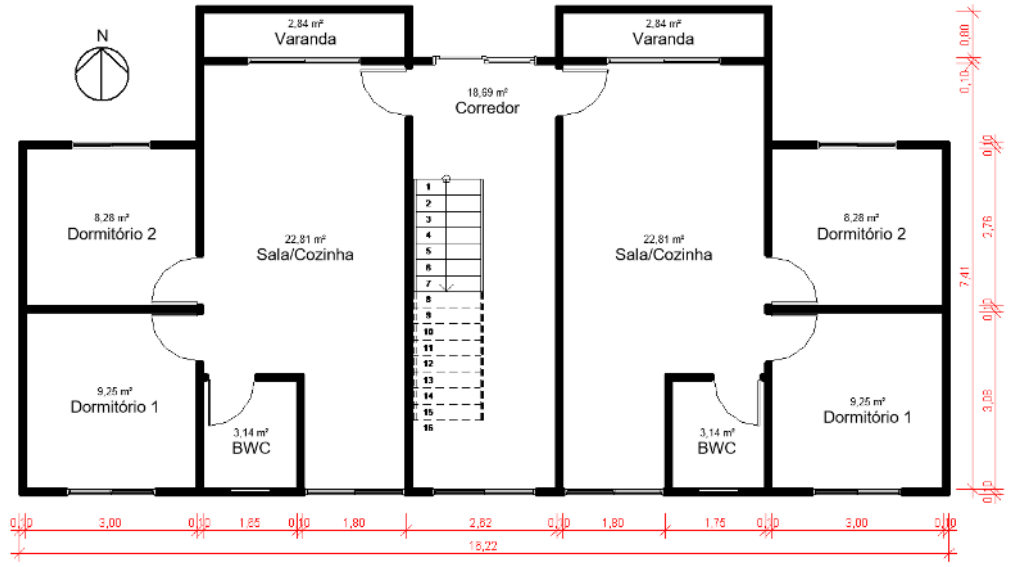
Elemento	k [W/m.K]	c [J/kg.K]	α	ε	ρ [kg/m³]
Paredes externas	1,75	1000	0,58	0,9	2200
Paredes internas	1,75	1000	0,50	0,9	2200
Pisos	1,75	1000	0,50	0,9	2200
Lajes	1,75	1000	0,50	0,9	2200
Telha	0,65	840	0,65	0,9	1700

Fonte: adaptado de NBR 15575-1:2021 (2021).

A partir do caso base, foi modelada a varanda, conforme apresentado na Figura 2. Para a modelagem, foram desenvolvidos dois modelos: varanda como um elemento de sombreamento, com a utilização do objeto *Shading* [14], que aqui será chamada de "modelo *shade*", e a varanda como uma nova zona térmica, adicionando um novo ambiente à unidade habitacional, denominado aqui como "modelo ZT". As duas formas de modelagem foram adotadas por não haver na literatura um método recomendado para que isso seja feito. Estudos realizados por [15] e [16] ressaltam, no entanto, as limitações e a existência de diferentes tipos de modelagem e configurações

do modelo simulado para projetos com varandas e fachadas duplas, evidenciando a possibilidade da obtenção de resultados distintos de acordo com a utilização de um ou outro método.

Figura 2: Planta baixa do primeiro pavimento da edificação com a inserção da varanda.



Fonte: os autores.

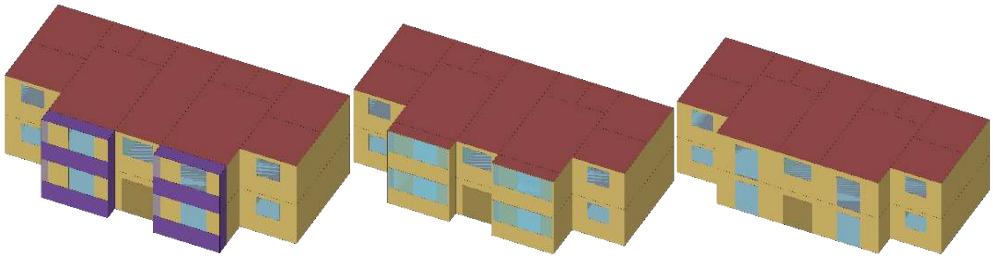
Sabendo que a varanda nos novos projetos de HIS do MCMV não podem estar em balanço e devem ter uma largura mínima de 0,8 m, utilizou-se desta dimensão, além de peitoril de 1,1 m e abertura apenas frontal, considerando paredes nas laterais da varanda. No "modelo *shade*", a refletância do elemento de sombreamento seguiu a referência da NBR 15575-1:2021 para paredes externas, sendo adotado o valor de 0,42. Para o "modelo ZT", foram mantidos os materiais construtivos utilizados nos demais ambientes da edificação, de acordo com o modelo de referência da NBR 15575-1:2021 [8]. No entanto, existem algumas limitações na modelagem, não sendo possível considerar aberturas na fachada sem que haja algum material associado, como por exemplo, o vidro de uma janela. Dessa forma, o "modelo ZT" apresenta elemento envidraçado no lugar da abertura da varanda, identificado como uma janela cuja operação foi configurada como sempre aberta. Ainda que a janela permaneça sempre aberta, o programa não entende que não há vidro durante a abertura da janela [14] [17] [18], portanto o vidro utilizado apresenta características de um corpo emissivo, pois, de acordo com [18], este material melhor representa a situação de uma janela sempre aberta, permitindo a passagem de radiação por ondas curtas e longas nos dois sentidos (para o interior e exterior da edificação). O material utilizado nesta janela apresenta espessura de 0,01 mm, transmitância igual a 1, refletância nula e condutividade de 99999 W/m, conforme descrito por [18], e foi configurado no programa de simulação EnergyPlus com o objeto *Window Material: Glazing*, no qual podem ser inseridas informações mais detalhadas acerca do material.

Finalizada a modelagem da geometria da edificação, os modelos foram configurados considerando duas formas de operação: com e sem o uso da ventilação natural. A modelagem de ambas as formas de operação seguiu o indicado no procedimento para

análise do desempenho térmico por simulação computacional do Item 11 da NBR 15575-1:2021 [8], sendo que com ventilação natural é permitida a abertura das janelas e porta-janelas para ventilação natural dos APP, de acordo com critérios pré-estabelecidos; e sem ventilação natural é utilizado o objeto "*Ideal Loads*" para cálculo da carga térmica nos APP.

A Figura 3 ilustra os três modelos de simulação utilizados para as análises comparativas.

Figura 3: Modelos de simulação. À esquerda "modelo *shade*"; ao centro "modelo ZT"; à direita modelo de referência sem varanda.



Fonte: os autores.

SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Após a etapa de modelagem, foram escolhidas três cidades para fins de comparação: Maceió (AL), São Paulo (SP) e Curitiba (PR). As cidades foram escolhidas a fim de investigar a influência do clima no tipo de modelagem, pois, de acordo com o zoneamento bioclimático brasileiro descrito na norma ABNT NBR 15220-3:2005 [13], pertencem a três zonas bioclimáticas (ZB) diferentes contemplando características climáticas variadas: clima frio (Curitiba/ZB1), clima ameno (São Paulo/ZB3) e clima quente (Maceió/ZB8). A Tabela 2 traz informações das características climáticas das três cidades, retiradas do arquivo climático INMET [19] presentes no relatório técnico ABNT TR 15575-1-1 [20].

Tabela 2: Características climáticas das cidades escolhidas

Cidade	Temperatura de bulbo seco média [°C]	Zona Bioclimática	Umidade relativa [%]	ΣRn* [W]	ΣRd** [W]
Curitiba	17,38	1	78,73	516,57	773,68
Maceió	25,52	8	71,71	528,31	755,76
São Paulo	19,57	3	78,89	963,36	857,14

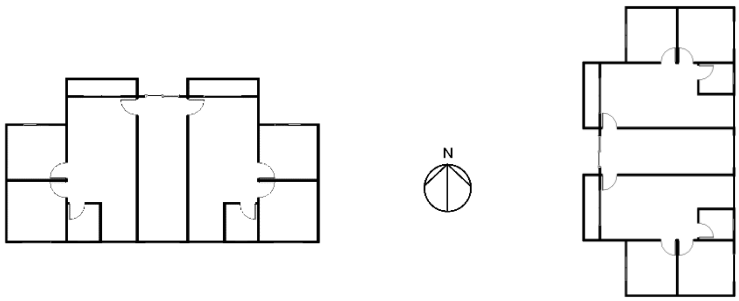
*ΣRn – somatório anual da radiação direta normal

** ΣRd – somatório anual da radiação difusa

Fonte: os autores.

Com as cidades selecionadas, foram definidas duas orientações solares para a edificação, que proporcionam diferentes exposições das UHs à radiação solar. Como a varanda fica localizada na sala da unidade e, segundo a NBR 15575-1:2021 [8], esta apresenta ocupação no período da tarde, optou-se por avaliar as orientações norte e oeste, como mostra a Figura 4.

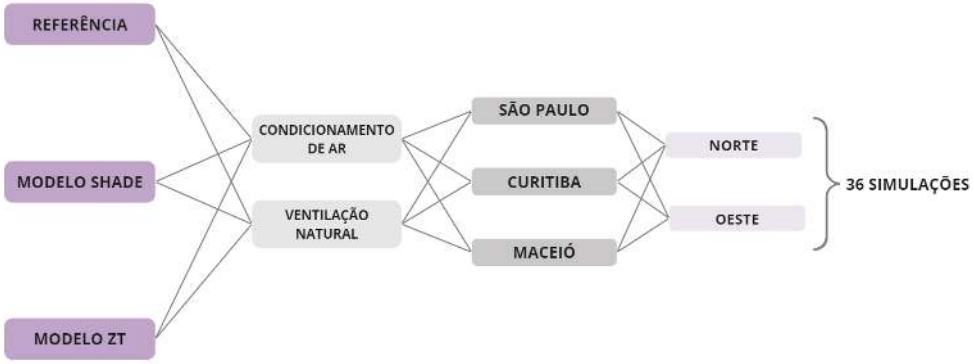
Figura 4: Orientações solares adotadas. À esquerda orientação norte; à direita orientação oeste.



Fonte: os autores.

Após a definição dos parâmetros que serão avaliados pelo estudo, foram realizadas as simulações computacionais que totalizaram 36 casos, como mostra o fluxograma da Figura 5.

Figura 5: Fluxograma dos casos avaliados



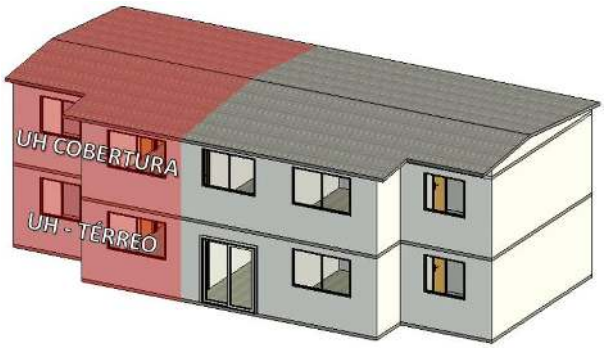
Fonte: os autores.

RESULTADOS

Das simulações descritas, foram retirados os valores de temperatura operativa e carga térmica dos APP dos modelos com ventilação natural e com condicionamento de ar, respectivamente. Esses valores são utilizados para o cálculo dos indicadores de desempenho térmico descritos no Item 11 da NBR 15575:2021-1: temperatura operativa máxima (Tomáx) e mínima (Tomín), percentual de horas ocupadas dentro de uma faixa de temperatura operativa (PHFT) e carga térmica total (CgTT).

Optou-se pela análise de duas UHs da edificação: uma localizada no pavimento térreo e outra localizada na cobertura, identificadas na Figura 6.

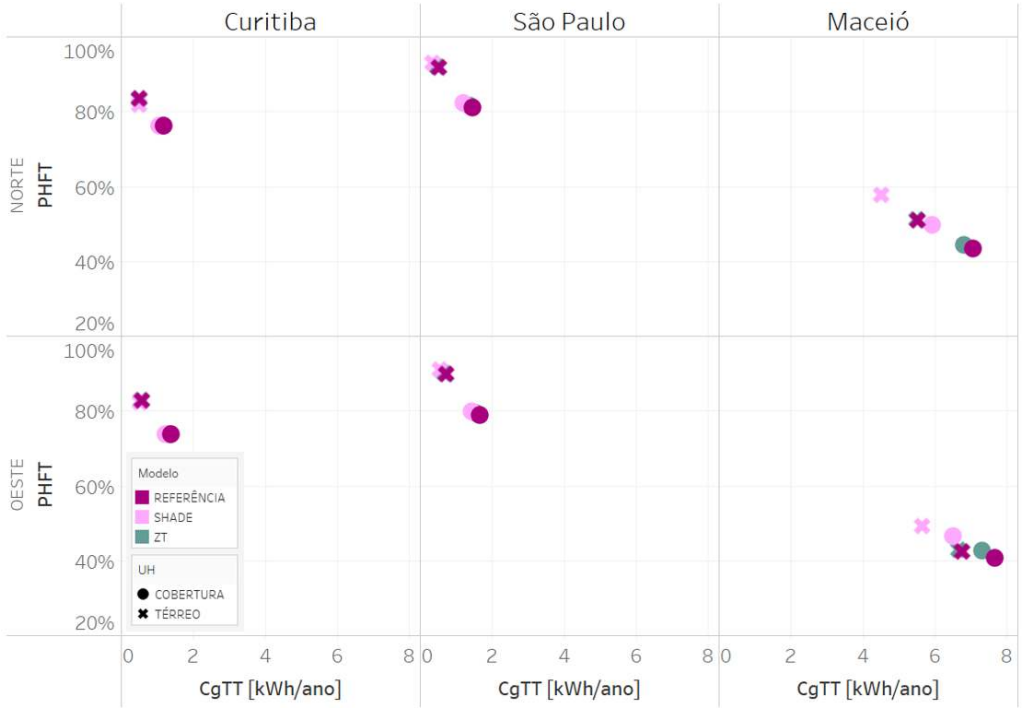
Figura 6: Unidades habitacionais analisadas



Fonte: os autores.

Os resultados referentes aos indicadores de desempenho térmico são apresentados na Figura 7 e Figura 8, organizados por cidade e orientação. A Figura 7 traz os dados de PHFT e CgTT para as duas UHs e três modelos simulados.

Figura 7: Resultados de PHFT e CgTT para os casos analisados

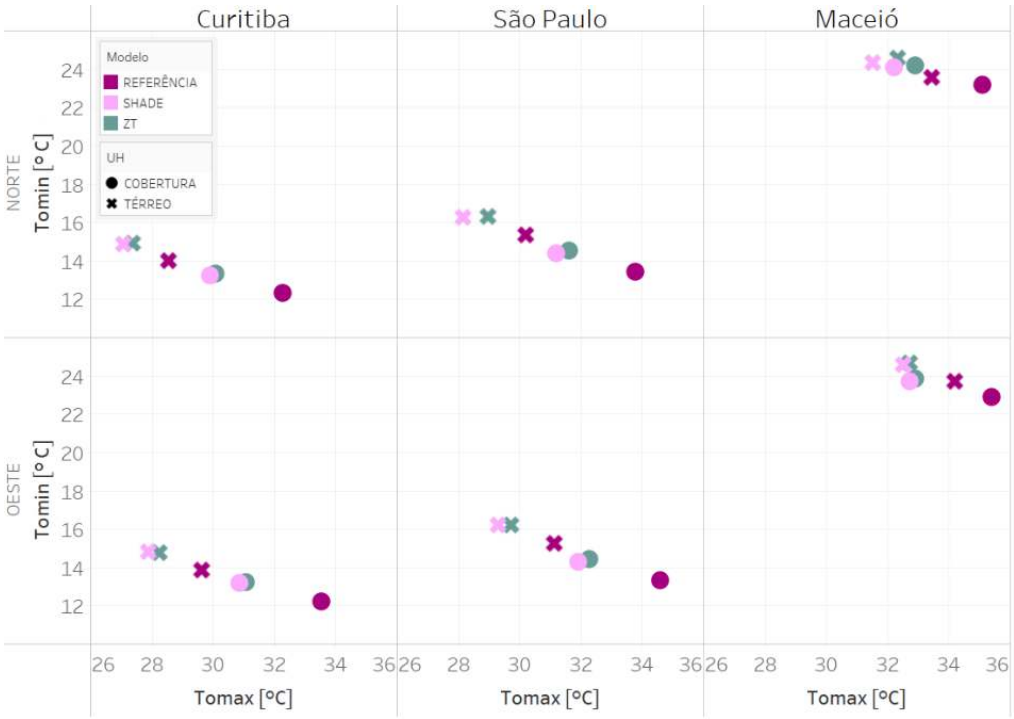


Fonte: os autores.

Quanto maior o percentual de horas ocupadas dentro da faixa de temperatura operativa considerada e menor a demanda por carga térmica em uma UH, melhor o seu desempenho térmico. Graficamente, os casos com melhor desempenho encontram-se próximos ao canto superior esquerdo dos gráficos, onde o PHFT se aproxima de 100% e a carga térmica total é reduzida. Para Curitiba e São Paulo, os resultados para o "modelo ZT" se sobrepõem ao modelo referência, evidenciando a ausência de uma melhora expressiva nos indicadores quando a varanda é modelada como uma zona térmica, para esses casos específicos.

A Figura 8 traz graficamente os resultados dos demais indicadores de desempenho térmico: Tomín e Tomáx.

Figura 8: Resultados de Tomín e Tomáx para os casos analisados



Fonte: os autores.

Para todas as cidades do Brasil, idealmente, as temperaturas operativas máximas observadas nas unidades habitacionais devem ser reduzidas, mais próximas do lado esquerdo do gráfico, não ultrapassando os 30 °C em cidades com médias anuais acima dos 27 °C. No caso da temperatura operativa mínima, indicador considerado apenas para edificações localizadas em cidades pertencentes às zonas bioclimáticas 1, 2, 3 e 4, esta deve ser, em situações ideais, acima de 18 °C, a fim de reduzir a necessidade de carga térmica de aquecimento para manter os ambientes da habitação dentro da faixa de temperatura operativa. Sabendo disso, para as cidades de Curitiba e São Paulo, localizadas na ZB1 e ZB3, respectivamente, é interessante que graficamente os pontos estejam localizados também no canto superior esquerdo, onde Tomáx é reduzida e Tomín elevada, reduzindo a carga térmica de aquecimento e resfriamento e elevando o PHFT.

Para ambas as análises, é possível observar uma sutil redução nos indicadores de desempenho térmico para todas as cidades quando a fachada da edificação que possui a varanda é orientada a oeste, com elevação da CgTT e Tomáx e redução do PHFT e Tomín. Isso ocorre, pois, a sala apresenta ocupação principalmente vespertina, das 14h às 22h, período no qual a radiação solar incide nessa fachada.

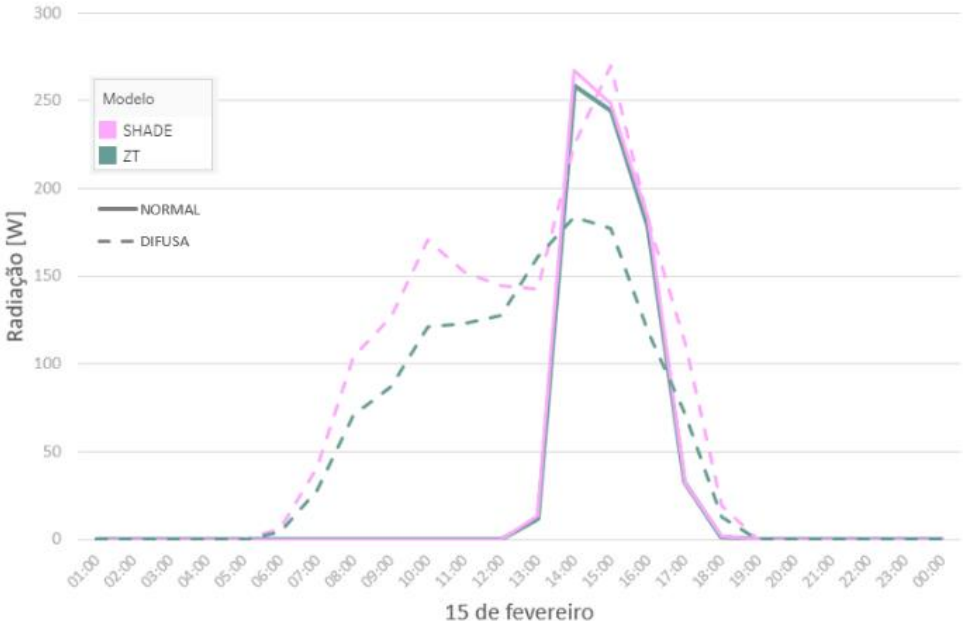
Para Curitiba e São Paulo, cidades cujas temperaturas de bulbo seco médias anuais não ultrapassam os 20 °C, o desempenho da UH térrea foi melhor em todos os casos analisados quando comparados com o desempenho da UH localizada na cobertura. No caso de Maceió, cidade com localização próxima à linha do Equador e, portanto, com maior incidência de radiação solar quando comparada às demais cidades analisadas, a UH térrea apresentou desempenho térmico inferior à UH na cobertura em alguns casos para o “modelo ZT” e referência.

Na comparação entre os três modelos simulados, é evidente que o modelo de referência apresenta menor desempenho em todos os casos, com exceção da UH térrea em Curitiba. A presença da varanda atuando como elemento de sombreamento na sala traz benefícios indiscutíveis em especial na redução das temperaturas internas, aproximadamente 2 °C quando comparada ao modelo sem varanda, para as três cidades. Consequentemente, é observada também uma elevação do PHFT e redução da CgTT quando há a inserção da varanda no modelo.

Em relação às duas formas de modelagem da varanda, observa-se em todos os casos uma superioridade no desempenho térmico do "modelo *shade*" em relação ao "modelo ZT". Quando orientada a oeste em Maceió, é possível observar uma diferença de mais de 15% na carga térmica total da UH térrea quando comparadas as duas formas de modelagem, com cerca de 1 kWh/ano a menos no "modelo *shade*". Mesmo que os resultados dos indicadores sejam bastante próximos, observa-se uma diferença. Em alguns casos, em especial na UH térrea, o "modelo ZT" se aproxima mais da referência que do "modelo *shade"*.

Um dos motivos que poderia explicar essa discrepância entre as duas formas de modelagem da varanda é a maneira com que o programa de simulação transmite a radiação solar para dentro da edificação em cada um dos casos. A Figura 9 mostra graficamente essa diferença, analisada para a UH localizada na cobertura.

Figura 9: Radiação solar transmitida pela porta-janela da varanda



Fonte: os autores.

Para os dados do dia 15 de fevereiro, retirados do arquivo climático de Maceió, são observadas diferenças entre os valores de radiação difusa transmitida pela porta-janela da varanda para os dois modelos. No "modelo ZT", os valores são de aproximadamente 70% daqueles observados no "modelo *shade"*. Para a radiação normal isso não ocorre, ambos os modelos apresentam resultados bastante semelhantes, ou seja, a radiação normal transmitida pela janela da varanda é praticamente a mesma nos dois casos.

Devido às limitações do programa de simulação na modelagem e simulação de ambientes abertos como varandas, a porta-janela da varanda é considerada como uma "janela interna" quando, na prática, a mesma está sujeita às intempéries assim como uma janela externa. A zona térmica da varanda faz com que as superfícies externas da sala sejam consideradas como internas, e existem diferenças na forma com que o programa interpreta essas considerações.

No entanto, para justificar os maiores valores de carga térmica e de temperatura operativa observados no modelo ZT, a radiação solar transmitida pela porta-janela deveria ser superior nesse caso, o que não ocorre, justificando a necessidade da investigação e maior entendimento das limitações do programa de simulação utilizado.

CONCLUSÕES

O principal objetivo da pesquisa foi avaliar o impacto da inserção da varanda frente aos indicadores de desempenho térmico descritos no Item 11 da NBR 15575-1:2021, explorando duas formas de modelagem deste ambiente.

A varanda, ambiente anexo geralmente à sala das unidades habitacionais, age proporcionando sombreamento ao ambiente, reduzindo a temperatura operativa interna e, consequentemente, reduzindo a carga térmica para refrigeração.

Para as três cidades analisadas, o impacto foi positivo, visto que os indicadores de desempenho térmico apresentaram melhora significativa em ambas as orientações solares consideradas nas duas formas de modelagem da varanda.

Quando a varanda está orientada para oeste, em comparação com a orientação norte, é observada uma redução nos indicadores de desempenho térmico, visto que parte do período de ocupação ocorre durante a maior incidência de radiação solar.

O "modelo *shade"*, que utiliza elementos de sombreamento na modelagem da varanda, obteve resultados de desempenho térmico favoráveis mais expressivos quando comparado ao "modelo ZT", onde uma nova zona térmica é inserida na modelagem com os mesmos materiais construtivos do restante da edificação.

A modelagem da varanda com o modelo ZT é mais realista, pois leva em conta os materiais construtivos e suas propriedades térmicas que influenciam nas trocas de calor da habitação com o meio. Porém, é necessário entender as limitações do programa de simulação EnergyPlus em considerar aberturas nas fachadas, uma vez que a modelagem impacta nos resultados podendo acarretar níveis de desempenho térmico diferentes de acordo com a forma da modelagem da varanda na habitação, o que pode ser utilizado para beneficiar o desempenho térmico de uma UH pelo projetista.

REFERÊNCIAS

[1] FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estatística e Informações. **Déficit habitacional no Brasil 2009** Belo Horizonte, 2012. 200p. Disponível em: http://www.bibliotecadigital.mg.gov.br/consulta/verDocumento.php?iCodigo=76700&codUsuario=0 Acesso em: 01 março 2024.

[2] FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, Centro de Estatística e Informações. **Déficit Habitacional Pnad 2022**. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1wwzDzhQUxuhA5mXNLGM20cZIBqM2en6t/view. Acesso em: 02 março 2024.

[3] DALL'AGNOL, Laísa (ed.). VEJA. **Minha Casa, Minha Vida: as impressionantes cifras do governo para 2024**. Disponível em: https://veja.abril.com.br/coluna/maquiavel/minha-casa-minha-vida-as-impressionantes-cifras-do-governo-para-2024. Acesso em: 02 março 2024.

[4] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE INCORPORADORAS IMOBILIÁRIAS. **Pesquisa da ABRAINC revela que 77% dos beneficiários do MCMV veem melhora na qualidade de vida após aquisição de imóvel**. Disponível em: https://www.abrainc.org.br/minha-casa-minha-vida/2023/09/28/pesquisa-da-abrainc-revela-que-77-dos-beneficiarios-do-mcmv-veem-melhora-na-qualidade-de-vida-apos-aquisicao-de-imovel-. Acesso em: 02 março 2024.

[5] BÖHM, Thais. **Minha Casa Minha Vida não reduziu déficit habitacional, afirma estudo**: Demanda por moradias continua a mesma de 2009, quando o programa foi lançado. Especialistas defendem investir em imóveis já existentes. Jornal do Senado, Brasília, 2018. Disponível em: https://www2.senado.leg.br/bdsf/bitstream/handle/id/538499/Cidadania_622.pdf?sequence=1. Acesso em 02 março 2024.

[6] BRASIL. Ministério das Cidades/Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. **Pesquisa de satisfação dos beneficiários do Programa Minha Casa Minha Vida**. Brasília, DF, 2014.

[7] BRASIL. Ministério das Cidades. **Portaria nº 725, de 15 de junho de 2023**. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/habitacao/arquivos-1/20240405_Portaria_MCID_725_Especificacoes_MCMV_FAReFDS_COMPILADA.pdf Acesso em: 19 fevereiro 2024.

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

[9] LABORATÓRIO DE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA EM EDIFICAÇÕES. Universidade Federal de Santa Catarina. Projeto hab.labeee. **Modelos de Referência HIS v.1.0.** 2023. Disponível em: https://github.com/labeee/HIS-Reference-Models/releases/tag/hablabee Acesso em: 20 janeiro 2024.

[10] TRIMBLE. **SketchUp Make**. Disponível em: https://www.sketchup.com/. Acesso em: 10 dezembro 2023.

[11] BIG LADDER SOFTWARE. **Euclid Plugin**. Disponível em: https://bigladdersoftware.com/projects/euclid. Acesso em: 10 dezembro 2023.

[12] ENERGYPLUS. Versão 22.1.0. U.S. Department of Energy, 2022. **Software**. Disponível em: https://energyplus.net/ Acesso em: 10 dezembro 2023.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220:2005**: Desempenho térmico de edificações. Rio de Janeiro, 2005.

[14] U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Input Output Reference**. EnergyPlus Version 22.1.0 Documentation. 2022.

[15] AHN, Y.; JANG, H.; MUN, J. **Comparison of Building Simulation Methods for Modeling Apartment Balconies**. Energies [S.L.], v. 14, n 13, p. 3955, 1 jul. 2021. MPI AG. https://doi.org/10.3390/en14133955. Acesso em 23 julho 2024.

[16] KIM, D; PARK, C. **Difficulties and limitations in performance simulation of a double skin façade with EnergyPlus**. Energy And Buildings, [S.L.], v. 43, n. 12, p. 3635-3645, dez. 2011. Elsevier BV. http://dx.doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.09.038. Acesso em 23 julho 2024.

[17] U.S. DEPARTMENT OF ENERGY. **Engineering Reference**. EnergyPlus Version 22.1.0 Documentation. 2022.

[18] VEIGA, R. K.; OLINGER, M. S.; MELO, A. P.; LAMBERTS, R. **Modelagem da ventilação natural com aplicação do objeto Energy Management System do Programa EnergyPlus**. In: ENCONTRO NACIONAL DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 15.; ENCONTRO LATINO-AMERICANO DE CONFORTO NO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 11., João Pessoa, 2019. Anais […]. Porto Alegre: ANTAC, 2019. Disponível em: https://drive.google.com/file/d/1NZgXgUmzTVBpJrXqKM76eFkpQ4nmzdkB/view. Acesso em: 05 maio 2024.

[19] CRAWLEY, D; LAWRIE, L. Climate.OneBuilding.Org. **Repository of free climate data for building performance simulation**. Disponível em: https://climate.onebuilding.org/. Acesso em: 10 dezembro 2023.

[20] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **TR 15575-1-1:2021**. Base-padrão de arquivos climáticos para avaliação do desempenho térmico por meio do procedimento de simulação computacional. Rio de Janeiro, 2021.