XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Áreas de ventilação efetiva das aberturas para ventilação natural de habitações de interesse social

Effective ventilation areas of openings for natural ventilation of social interest housing

João Henrique Alves da Silva
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul | Jardim-MS | Brasil | joaohenrique.arq@gmail.com
Renata Cordeiro Peguin
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Mato Grosso do Sul | Jardim-MS | Brasil | arq.renatacordeiro@gmail.com

Resumo
Este artigo tem o objetivo de analisar se a área de abertura para ventilação efetiva do código de obras do município de Ji-Paraná-RO contribui para o desempenho térmico das edificações. Para tanto, foi utilizado o modelo de simulação computacional da NBR 15575-1 e proposto algumas áreas de abertura para ventilação efetiva. O modelo com 20% de área de abertura apresentou melhor desempenho térmico. O estudo conclui que a área de aberturas para ventilação efetiva indicada no código de obras não apresentou melhor desempenho e que o uso de intervalos de áreas de aberturas é mais eficiente que apenas limites mínimos.

Palavras-chave: Desempenho térmico. Aberturas para ventilação efetiva. Código de obras. Simulação. Desenvolvimento Sustentável.

Abstract
This article aims to analyze whether the opening area for effective ventilation of the construction code of the municipality of Ji-Paraná-RO contributes to the thermal performance of buildings. For that, the computer simulation model of NBR 15575-1 was used and some area of opening for effective ventilation were proposed. The model with 20% of opening area showed better thermal performance. The study concludes that the opening area indicated in the building code did not present better performance and that the use of opening areas intervals is more efficient than just minimum limits.

Keywords: Thermal performance. Openings for effective ventilation. Code of works. Simulation. Sustainable development.

Como citar:
SILVA, J. H. A.; PEGUIN, R. C. Áreas de ventilação efetiva das aberturas para ventilação natural de habitações de interesse social. In: XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. XXX-XXX.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sustentável pode ser definido em ações equitativas em cinco pilares, sendo eles, econômico, social, ecológico, territorial e cultural. As políticas públicas, ao abordarem um dos pilares, devem atentar aos impactos que as novas decisões irão gerar nos outros eixos [1]. Embora possa existir crescimento quando medidas são tomadas de forma isolada, eles são instáveis e frágeis, e não representam o desenvolvimento sustentável [1].

Dentre os Objetivos para o Desenvolvimento Sustentável (ODS), estabelecidos pela Organização das Nações Unidas para 2030, alguns estão relacionados com o ambiente construído, sendo eles: saúde e bem-estar; cidades e comunidades sustentáveis; e consumo e produção responsável [2].

Contrário aos ODS o consumo energético brasileiro subiu cerca de 9,06% entre os anos de 2010 a 2019. O consumo de eletricidade apresentou um aumento de 15% no mesmo período. Deste total, o setor residencial foi o que apresentou maior percentual de aumento, 11,49%. Em 2019, o setor residencial foi responsável por 46,4% do consumo de energia elétrica. No mesmo ano, a demanda energética foi responsável pela emissão de 398,3 milhões de toneladas de dióxido de carbono, e o setor residencial representou cerca de 4,9% das emissões totais [3].

Diante dos fatos, é notória a necessidade de medidas para o alcance da eficiência energética nas edificações residenciais. Neste sentido, a ventilação natural pode ser considerada a segunda melhor estratégia bioclimática do Brasil, estando abaixo apenas do sombreamento [4]. A ventilação natural, por ser uma estratégia de condicionamento passivo, corrobora na redução dos gases do efeito estufa [5]; proporciona melhor qualidade do ar, comparada aos sistemas de ventilação ou aquecimento mecânico [6]; reflete positivamente na saúde dos usuários [7]; reduz o consumo energético; e proporciona o conforto térmico, quando os sistemas de ventilação natural são projetados de forma efetiva [8].

Para elaboração de um projeto de edificação que, de fato, utilize a ventilação natural como instrumento para o controle ambiental, é necessário atentar-se para vários indicadores. Desde a identificação dos ventos predominantes, área de abertura para ventilação, localização do centro geométrico até a relação com a área interna do ambiente. Qualquer decisão que não atenda às características precisas pode contribuir para o superaquecimento dos ambientes e aumento no consumo energético [9].

Isto posto, é possível identificar que a área de ventilação efetiva para as aberturas de ventilação natural é um fator relevante para o conforto térmico e a eficiência energética nos edifícios. Estudos mostram que características climáticas locais, materiais da envoltória, forma, relação da edificação com o entorno, sombreamento das aberturas e relação entre as aberturas são fatores que influenciam na definição do percentual de abertura para ventilação [8] [10] [11] [12] [13] [14] [15].

A Norma Brasileira 15575-1 trata do desempenho de edificações residenciais. Ela é subdividida em 6 partes, na qual as partes 1, 4 e 5 apresentam conteúdos acerca do desempenho térmico das edificações residenciais [16].

A partir de simulação computacional é possível estabelecer critérios para abertura de ventilação para outros projetos, elas características aerodinâmicas e geométricas da edificação [9].

Um estudo por simulação computacional avaliou a influência da área de abertura para ventilação natural em diferentes cidades brasileiras situadas na Zona Bioclimática 8. Os percentuais de abertura avaliados foram 20% e 40%. Em todos os municípios, o percentual que mais contribuiu para o conforto térmico dos usuários foi o de 20%. O percentual de 40% apresentou grande ganho de carga térmica por radiação solar [17]. Portanto, as áreas de abertura para ventilação influenciam diretamente no conforto térmico dos usuários sob condições adaptativas [18].

Outro estudo avaliou as indicações de abertura para ventilação efetiva dos códigos de obras brasileiros, demonstrando que as áreas de aberturas indicadas não exercem influência positiva no desempenho térmico das edificações. Além disso, outros fatores foram verificados, tais como: os códigos apresentam termos dúbios acerca das aberturas para ventilação; não consideram as áreas fixas e móveis da janela; existem aberturas similares em todas as regiões geográficas brasileiras; e não consideram o perfil/cultura dos usuários [19] [20].

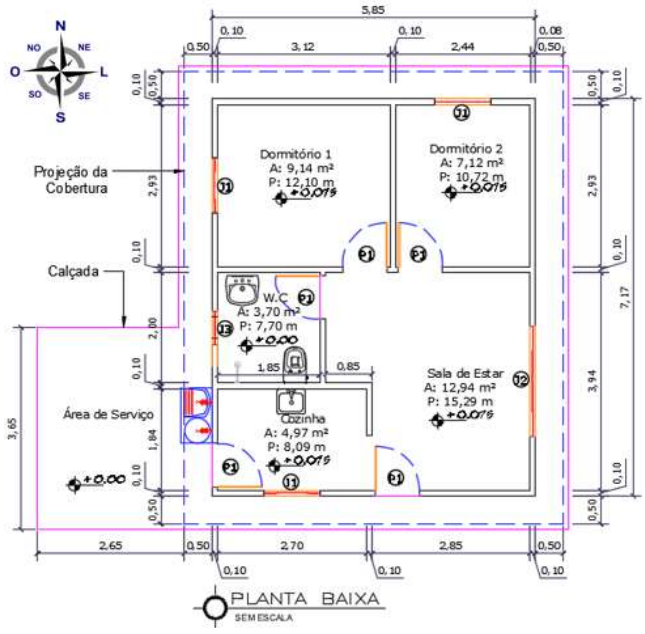
Diante do exposto, o objetivo deste artigo é analisar se a área de abertura para ventilação efetiva do código de obras do município de Ji-Paraná, estado de Rondônia, contribui para o desempenho térmico das edificações.

MÉTODO

HABITAÇÃO MODELO

A Figura 1 apresenta a planta tipo da unidade habitacional.

Figura 1 – Planta tipo da edificação avaliada



Fonte: produzido pelos autores.

O objeto de estudo é um modelo de habitação de interesse social situado no município de Ji-Paraná-RO. O modelo segue o mesmo padrão em outras 800 edificações construídas no Residencial Capelasso, bairro formado por habitações de interesse social, que se diferenciam apenas pela orientação solar. As edificações são compostas de dois dormitórios, sala de estar, cozinha, área de serviço descoberta e banheiro.

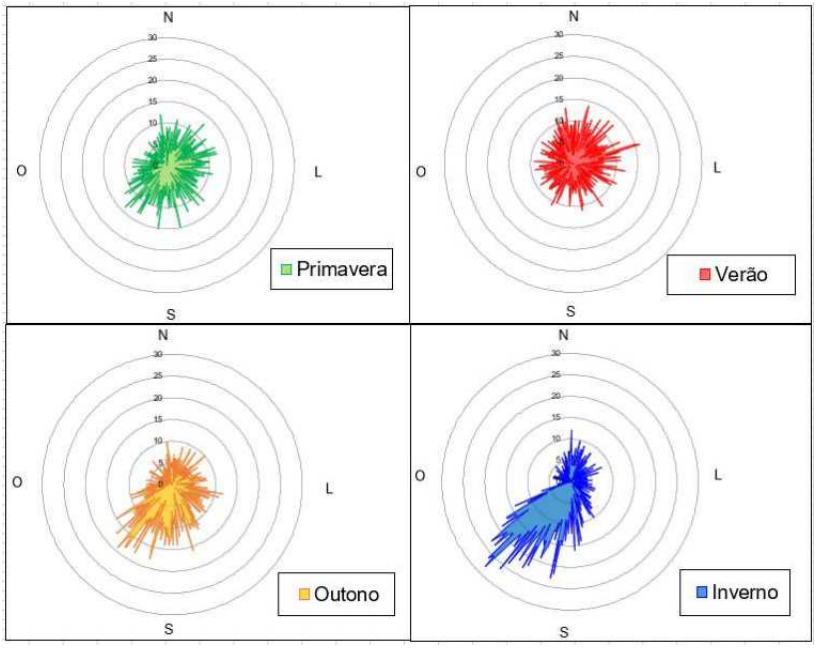
A edificação tem área total de 41,94m² e é circundada por beirais de 0,50m em todas as fachadas. O pé-direito é 2,70m.

Conforme orientado pela NBR 15575-1, deve-se considerar os ambientes de permanência prolongada (APP) da Edificação [16]. Deste modo, para a simulação, foi considerado a Sala de Estar (Zona térmica 1), Dormitório I (Zona térmica 2) e Dormitório II (Zona Térmica 3).

Embora o conjunto esteja situado no município de Ji-Paraná, não existem dados climáticos anuais para este local, mas existe arquivo climático do INMET para Porto-Velho-RO. O município de Porto-Velho está situado em uma Latitude de 8°45'42" Sul e Longitude de 63°54'14" Oeste, Zona Bioclimática 8 [21].

A partir do arquivo climático do INMET para o município de Porto-Velho [21], foi possível identificar a direção e frequência dos ventos, no período anual, conforme Figura 2.

Figura 2 – Direção e Frequência dos ventos em Porto-Velho-RO



Fonte: Adaptado de [21].

É possível perceber que o comportamento dos ventos no município de Porto-Velho é uniforme na Primavera, Verão e Outono, sem destaque para direção dos ventos. Apenas o inverno apresenta maior força no vento, com direção predominante Sudoeste.

No que tange a ventilação natural, o Código de Obras do município de Ji-Paraná dispõe no art. 229 que "todo e qualquer compartimento deverá ter comunicação com o exterior, através de vãos ou dutos pelos quais se fará a iluminação e ventilação ou só

a ventilação dos mesmos" [22]. Além disso, o mesmo artigo classifica o que são ambientes habitáveis e não habitáveis. Já o art. 236 define que para ambientes habitáveis a ÁREA DOS VÃOS deve ser de ⅙, ou seja, 16,67% da área do ambiente. Já para ambientes não habitáveis é de ⅛. Não existe distinção de área para ventilação natural e área para iluminação natural, logo, a área dos vãos "atende" aos dois requisitos.

Os cenários avaliados apenas terão como diferencial o coeficiente de abertura para ventilação. As edificações estão dispostas no eixo central da parede com peitoris de 1 metro em todas as paredes. Todos os modelos foram avaliados com a mesma posição geográfica, fachada Sul, alterando apenas as áreas de ventilação efetiva. O Quadro 1 apresenta os modelos, termo que será considerado para identificação, bem como, o cenário relacionado à NBR 15575-1 e o percentual de aberturas para ventilação considerado em cada Modelo.

Quadro 1 – Configuração dos Modelos simulados

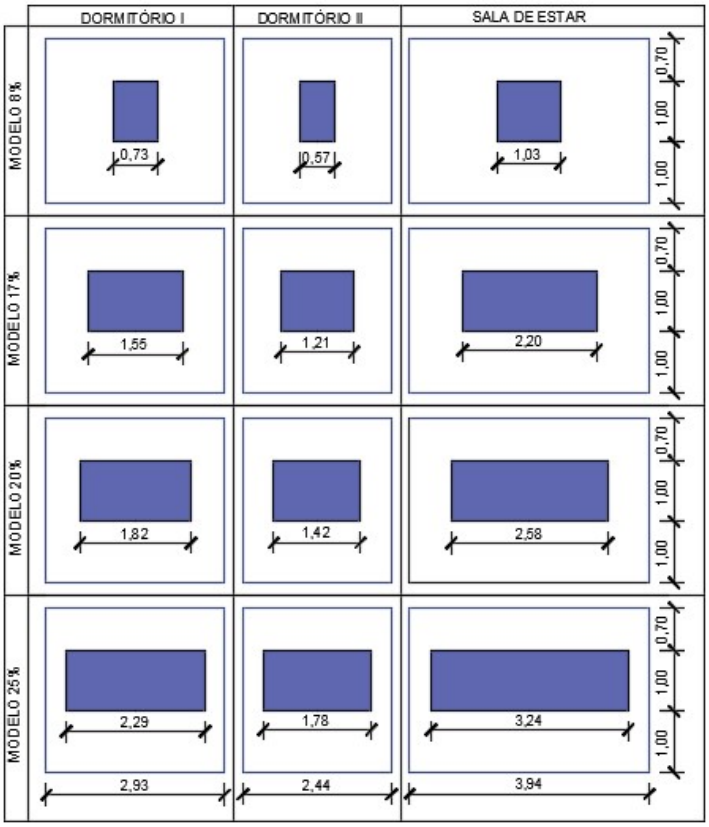
Modelo	Percentual de abertura de ventilação em relação a área do piso do ambiente interno	Justificativa
8%	8%	a) Representa as áreas de abertura para ventilação efetiva da habitação de interesse social avaliada. b) Percentual próximo ao indicado para o Modelo de Referência da NBR 15575-1 que é 7,65%.
17%	17%	Coeficiente de abertura para ventilação hipotética para análise dos dados.
20%	20%	Coeficiente de abertura para ventilação hipotética para análise dos dados.
25%	25%	Coeficiente de abertura para ventilação hipotética para análise dos dados.

Fonte: Produzido pelos autores.

O Modelo 8%, representa o mesmo percentual de abertura para ventilação do estudo de caso e o Modelo de Referência da NBR 15575-1. Já os Modelos 17%, 20% e 25% representam propostas de novos percentuais de aberturas de ventilação. Isto posto, quatro modelos foram simulados com percentuais de aberturas para ventilação diferentes, tendo como diferencial entre eles apenas a área de abertura para ventilação efetiva.

Todos os ambientes de permanência prolongadas serão simulados com as mesmas áreas de ventilação efetiva, ou seja, quando forem simulados no Modelo 8%, todos os ambientes de permanência prolongadas terão o mesmo percentual de abertura para ventilação em relação à área do piso do ambiente interno.

Figura 3: Vistas externa dos ambientes de permanência prolongada com as medidas e locação das aberturas para ventilação efetiva de acordo com a área de abertura proposta



Fonte: Produzido pelos autores.

A Figura 3 representa as vistas externas de cada ambiente de permanência prolongada. Nela, é possível verificar o tamanho e localização das áreas de ventilação efetiva considerando para cada Modelo de abertura. As áreas de ventilação efetiva foram determinadas de acordo com a área de piso de cada APP, conforme Figura 1.

COLETA DE DADOS

O desempenho térmico de edificações, bem como a ventilação natural podem ser avaliados por meio de simulação computacional [9] [15] por isso, foi utilizado o *software* EnergyPlus na versão (9.0.4).

A coleta e análise dos dados foram executadas a partir do sugerido pela NBR 15575-1 [16]. Deste modo, o procedimento de simulação computacional avaliou o cenário real, que representa o que existe na edificação avaliada e os cenários de referência, com sugestões de novos coeficientes de abertura de ventilação.

Em ambos os modelos, serão considerados as mesmas informações para os dados climáticos; horários padrões para utilização da edificação nas perspectivas de usuários, ventilação natural, equipamentos e iluminação; materiais da envoltória; carga térmicas de pessoas, equipamentos e iluminação; a ventilação natural com contato entre as zonas térmicas e por fendas de janelas e portas; e, contato com o solo. Os valores referentes a cada indicação podem ser observados na NBR 15575-1 [16].

As edificações foram simuladas com materiais conforme foi construído no Modelo Real, paredes internas e externas de concreto maciço com espessura total de 10,0 centímetros. Esta parede apresenta transmitância térmica de 4,40 U [W/(m².K)]. A cobertura da edificação é composta de telha cerâmica de 1,0 cm, forro de laje mista de espessura 12,0 cm. A cobertura tem uma transmitância térmica de 1,92 U [W/(m².K)] [23].

A partir desses cenários, as edificações foram simuladas e apresentaram como dados de saída, para cada zona térmica, as temperaturas operativas do ar. No entanto, é necessário verificar qual percentual de horas em que a edificação apresentou a temperatura operativa das simulações dentro da faixa de conforto térmico [16]. Para isso, a NBR 15575-1 utiliza a metodologia de Percentual de Horas de Ocupação da Unidade Habitacional Dentro da Faixa de Temperatura Operativa (PHFT). A partir da definição das horas de conforto térmico, definidas por média da temperatura do ar externa anual onde a edificação está sendo simulada, é possível definir faixas de temperatura em que o usuário está em conforto térmico e gerar uma porcentagem de horas confortáveis.

A Tabela 1 representa os intervalos de temperaturas externas de bulbo seco a partir da média da temperatura do ar externa. A partir dela poderá ser identificada a Temperatura Operativa a ser considerada para compor o PHFT.

Tabela 1 - Intervalos de temperaturas externas de bulbo seco e Temperatura operativa a ser considerada para compor o PHFT

Intervalos de temperaturas externas	Média anual da temperatura externa de bulbo seco (TBSm) (ºC)	Temperatura operativa a ser considerada para compor o PHFT
Intervalo 1	TBSm < 25,0ºC	18,0ºC < TOapp < 26,0ºC
Intervalo 2	25,0ºC <=TBSm < 27,0ºC	TOapp < 28,0ºC
Intervalo 3	TBSm >= 27,0ºC	TOapp <30,0ºC
TOAPP é a temperatura operativa do APP, que atende aos limites estabelecidos.		

Fonte: [16].

A média da temperatura do ar externa do arquivo climático de Porto-Velho é de 25,9ºC, logo faz parte do Intervalo 2, que considera, para inclusão no PHFT, temperaturas operativas abaixo de 28,0ºC.

Das 8760 horas de temperaturas do ar internas, foram consideradas para incorporar o percentual apenas as operativas e que atendessem à faixa de conforto térmico sugerida pela NBR 15575-1. Dentre elas, 3650 horas para os dormitórios e 2920 para a sala de estar.

ANÁLISE DE DADOS

A partir dos resultados das simulações, foi possível identificar quais temperaturas operativas atenderam as exigências da NBR 15575-1.

O Código de Obras do município de Ji-Paraná foi analisado sob a perspectiva das orientações para percentual de abertura para ventilação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

SIMULAÇÃO DOS MODELOS

A Tabela 2 apresenta as horas operativas de conforto e o PHFT por zona térmica, nos quatro modelos. Foi possível identificar qual a porcentagem de abertura de janela apresentou maior indicador de horas em conforto térmico, bem como ter visão das modelagens da Unidade Habitacional (UH) e identificar qual percentual de abertura para ventilação apresentou maior PHFT.

Tabela 2 - Percentual de Horas Operativas Dentro da Faixa de Conforto Térmico nas Zonas térmicas de cada modelo

Sala de Estar	Área de abertura da janela em relação ao piso	8%	17%	20%	25%
	Horas Operativas em conforto térmico	307	342	396	388
	PHFT	10,51%	11,71%	13,56%	13,28
Dormitório I	Área de abertura da janela em relação ao piso	8%	17%	20%	25%
	Horas Operativas em conforto térmico	1630	1624	1662	1646
	PHFT	44,65%	44,49	45,53%	45,09%
Dormitório II	Área de abertura da janela em relação ao piso	8%	17%	20%	25%
	Horas Operativas em conforto térmico	1744	1785	1811	1810
	PHFT	47,78%	48,90%	49,62	49,59
PHFT da UH de acordo com percentual de abertura para ventilação		34,31%	35,03%	36,23%	35,98

Fonte: Produzido pelos autores.

É possível identificar que a modelagem com percentual de abertura de 20% apresentou maior PHFT em todas as áreas de permanência prolongadas da UH, com 36,23%. Por outro lado, a Edificação Atual, representada pelo percentual de abertura de 8% obteve PHFT de 34,31%, redução de 1,92%. Embora a porcentagem da redução possa ser considerada pequena, representa 188 horas anuais de desconforto térmico.

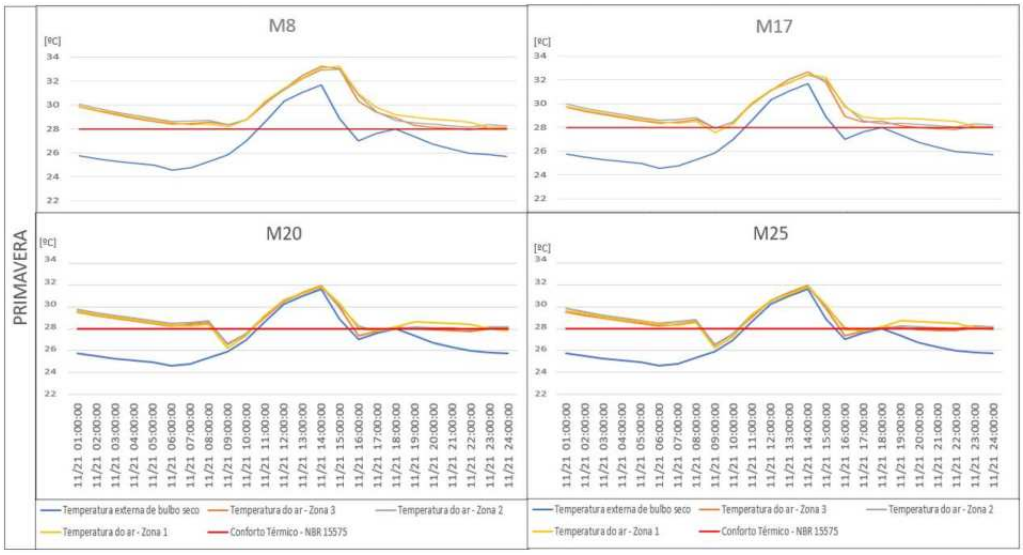
O percentual de abertura de 25% reduziu em todas as Zonas Térmicas o PHFT. Esse fator está relacionado com a capacidade térmica dos materiais. A abertura para ventilação com percentual acima de 20% aumenta a troca de temperatura entre o ambiente externo e interno. No entanto, as paredes emitem radiação por convecção.

Entre as Zonas Térmicas, as diferenças entre a modelagem com percentual de abertura do Modelo 8% e do Modelo 20% foi de 3,05% na Sala de Estar; 0,88% no Dormitório I; e 1,84% no Dormitório II. Deste modo, é notório que as diferenças entre zonas não foram apenas relacionadas ao percentual de abertura para ventilação, mas outros fatores, como já apresentado em outros estudos [10] [11] [12] [13] [14].

As Figuras 4, 5, 6 e 7 demonstram o comportamento das temperaturas do ar interna, temperatura externa de bulbo seco e a temperatura limite fixo, estabelecidas pela NBR

15575-1 para atendimento do conforto térmico em todas as zonas térmicas por Modelo. Cada figura representa uma estação do ano, tendo como parâmetro o mesmo dia em cada modelo. Foi considerado um dia médio entre cada estação.

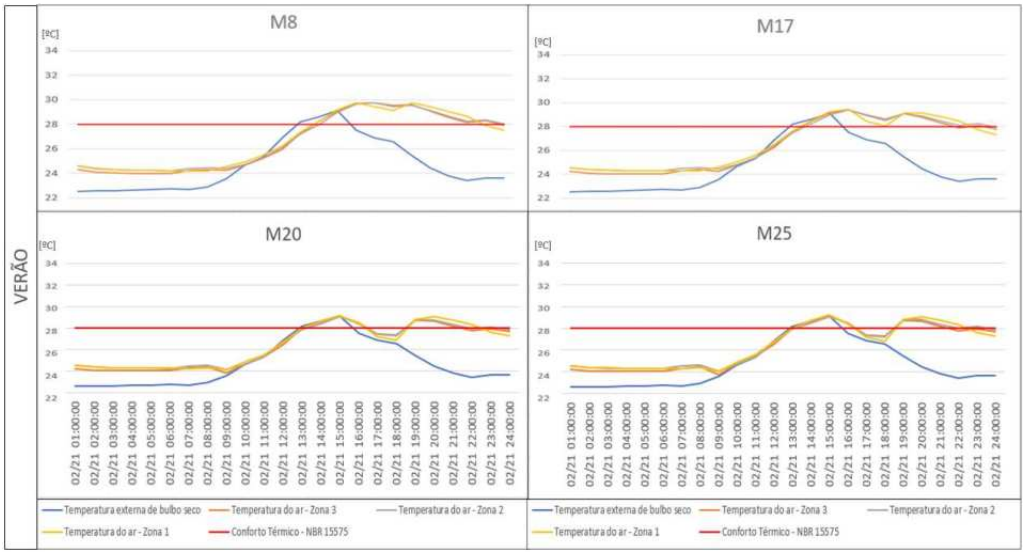
Figura 4 – Dados térmicos, por Modelo, em um dia mediano na Primavera



Fonte: Produzido pelos autores.

A Figura 4 demonstra o comportamento das zonas térmicas na Primeira. Vale ressaltar, neste caso, que as temperaturas das zonas térmicas, em cada Modelo, foram lineares. No Modelo 8%, todas as horas estavam acima do recomendado pela NBR 15575-1, ou seja, nenhuma hora deste dia computou para PHFT. É possível perceber a partir do Modelo 17% que as temperaturas das Zonas térmicas alcançam números menores que 28ºC. Os Modelos 20% e 25% apresentam algumas horas dentro da faixa de conforto térmico entre os horários de 08:00 a 10:00 e 16:00 as 18:00.

Figura 5 - Dados térmicos, por Modelo, em um dia mediano do Verão



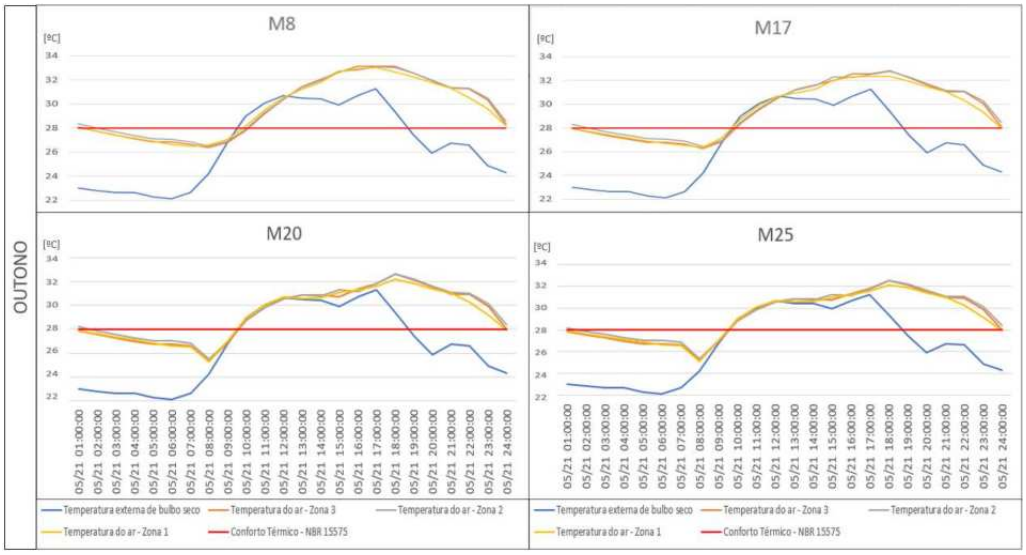
Fonte: Produzido pelos autores.

No Verão, percebe-se pela Figura 5 que a maior parte das horas, em ambos os Modelos, compreenderam as horas de PHFT. Existe o destaque para os Modelos 20%

e 25% que apresentam duas oscilações de temperaturas, das 17:00 às 19:00 e as 23:00 horas, incorporando ao PHFT. Embora o objetivo da análise seja a influência das aberturas, nota-se que existe influência quanto ao atraso térmico da edificação. Se a edificação apresentasse em sua envoltória material com atraso térmico mínimo, teria mais horas incorporadas ao PHFT tendo em vista que as temperaturas do ar externo estavam menores que nas Zonas Térmicas avaliadas.

Além disso, vale destacar que a edificação está situada na região Amazônica, onde, no início da Primavera, e em todo verão, existe influência do período de chuva na redução da temperatura externa.

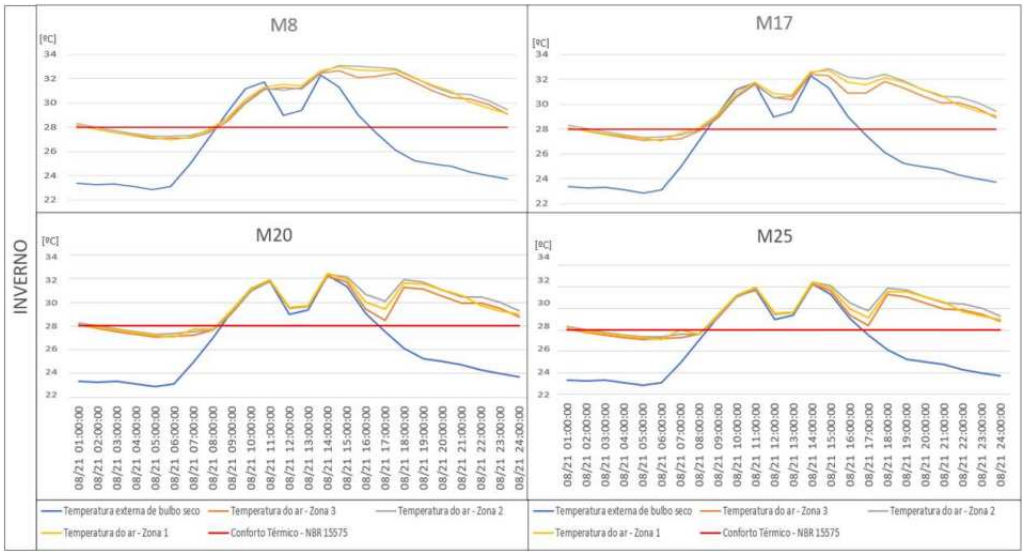
Figura 6 - Dados térmicos, por Modelo, em um dia mediano no Outono



Fonte: Produzido pelos autores.

No Outono (Figura 6), os comportamentos térmicos diários se mostraram semelhantes em ambos os Modelos. Sem grandes destaques, vale ressaltar uma inclinação pontual às 08:00 horas nos Modelos 20% e 25%.

Figura 7 - Dados térmicos, por Modelo, em um dia mediano no Inverno



Fonte: Produzido pelos autores.

A Figura 2 demonstra que entre as estações do ano, o inverno apresenta ventos mais fortes. No entanto, de acordo com a Figura 7, que apresenta o comportamento térmico nas zonas térmicas no inverno, não houve influência direta entre a força do vento e as temperaturas internas, relacionadas às demais estações. Novamente, é possível identificar uma distância entre a temperatura externa e dentro das zonas térmicas, indicando um atraso térmico.

ANÁLISE DO PERCENTUAL DE ABERTURA PARA VENTILAÇÃO NO CÓDIGO DE OBRAS DO MUNICÍPIO DE JI-PARANÁ

Ao analisar a indicação feita no Código de Obras de Ji-Paraná é possível perceber a falta de definição do termo “vãos”. Outro fator de destaque é que o documento considera iluminação natural e ventilação natural promovida pelo mesmo instrumento. Embora seja sabido que, dependendo do material fixo das aberturas, já existe a presença de iluminação, não garante a ventilação efetiva. Abertura para ventilação é classificada como “parcela de área do vão que permite a passagem de ar”. Por outro lado, vão é considerado como “abertura existente na parede, que pode receber uma esquadria” [16].

O Código de Obras do município de Ji-Paraná usa o termo “vão”, que é considerado a esquadria completa. No Modelo Atual, o coeficiente de abertura para ventilação é de 8%. Já o indicado pelo Código de Obras de Ji-Paraná, exige que o vão mínimo, considerando as lâminas da janela e a abertura para ventilação, seja de no mínimo 17%. Essa tratativa é aplicada a qualquer estabelecimento residencial, comercial ou industrial no município. Ainda que o vão fosse considerado totalmente para ventilação natural com 17%, não atenderia ao percentual com maior desempenho térmico.

Os resultados das simulações mostraram também que o coeficiente de abertura maior que 20% contribui para o aumento de PHFT na UH. A partir disso, o termo considerado pelo Código de Obras “é necessário vãos MÍNIMOS” classifica que todo coeficiente acima de 17% é permitido.

CONCLUSÃO

O objetivo deste artigo foi analisar se a área de abertura para ventilação efetiva do código de obras do município de Ji-Paraná-RO, contribui para o desempenho térmico das edificações.

Dentre os modelos com coeficiente de abertura para ventilação analisados, o Modelo 20% apresentou maior PHFT com 49,62%. A diferença entre o modelo Atual/Real com 8% de abertura para ventilação e o Modelo 20% foi de 1,84%, representando 188 horas de desconforto anuais.

Embora o Modelo 25% apresentasse maior abertura para ventilação, houve redução do PHFT. Do mesmo modo, abertura menores que 20% também não apresentaram melhores índices de PHFT.

O Código de Obras do município de Ji-Paraná apresenta conceitos dúbios acerca dos vãos e aberturas para ventilação. Além disso, a abertura para ventilação natural na

edificação analisada é de 8%, e não garante maior desempenho na edificação. Ainda que considerasse o vão com área livre para ventilação de 17%, da área interna do ambiente, não apresentaria o melhor índice de PHFT. Além disso, o termo utilizado no Código de Obras, "é necessário vão mínimos" também é questionável, pois, como visto, o coeficiente acima de 20% apresentou menor PHFT. O resultado deste estudo permite sugerir que o código de obras não estipule apenas limites mínimos, e sim, intervalos de aberturas para ventilação efetiva, pois, foi possível perceber que percentuais de abertura para ventilação acima do limite aumentaram o desconforto térmico.

Vê-se a necessidade de políticas públicas locais para que medidas como estas sejam tomadas para corroborar para o alcance do desenvolvimento sustentável caracterizado por [1].

REFERÊNCIAS

[1] SACHS, Ignacy. Desenvolvimento sustentável: desafio do século XXI. **Ambiente & sociedade**, v. 7, n. 2, p. 214-216, 2004. https://doi.org/10.1590/S1414-753X2004000200016

[2] ONU (Organização das Nações Unidas). **The Sustainable Development Agenda**. 2015. Disponível em: < https://www.un.org/sustainabledevelopment/development-agenda/>. Acesso em maio de 2021.

[3] EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA (Brasil). Ministério de Minas e Energia (org.). **Balanço Energético Nacional 2021**: ano base 2020. Brasil: Empresa de Pesquisa Energética, 2021. 77 p. Disponível em: https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2021. Acesso em: 18 jun. 2021.

[4] LAMBERTS, Roberto; DUTRA, Luciano; PEREIRA, Fernando O. R.. **Eficiência Energética na Arquitetura.** 3^0. ed. Rio de Janeiro: Eletrobras / PROCEL, 2014. 382 p.

[5] KUBOTA, T. S. AHMAD, Wind environment evaluation of neighborhood areas inmajor towns of Malaysia, J. Asian Archit. **Journal of Asian Architecture and Building Engineering.** 5 (1) (2006) 199–206. https://doi.org/10.3130/jaabe.5.199

[6] DE DEAR, R.J. BRAGER,G.S. Thermal comfort in naturally ventilated buildings:revisions to ASHRAE Standard 55, **Energy and Buildings**. 34 (6) (2002) 549–561. https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00005-1

[7] BRAGER, G. e BAKER, L., Occupant satisfaction in mixed-mode buildings, **Building Research and Information.** 37 (4) (2009) 369–380. https://doi.org/10.1080/09613210902899785

[8] AFLAKI, Ardalan et al. A review on natural ventilation applications through building façade components and ventilation openings in tropical climates. **Energy and Buildings**, v. 101, p. 153-162, 2015. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2015.04.033

[9] JONES, Benjamin M. et al. A review of ventilation opening area terminology. **Energy and Buildings**, v. 118, p. 249-258, 2016. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.02.053

[10] ROAF, S. FUENTES, M. e THOMAS, S. **Ecohouse 3: A Design Guide**, Architectual Press, Oxford, 2007.

[11] THOMAS R., GARNHAM, T. **Environments of Architecture: Environmental Designin Context**, Taylor & Francis, New York NY, 2007.

[12] ZAKI, W.R.M. NAWAWI, A.H. AHMAD, S.Sh. *Environmental prospective of passive architecture design strategies in terrace houses*, **Procedia-Social and Behavioral Sciences.** 42 (0)(2012) 300–310. https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.04.194

[13] TOMBAZIS, A. PREUSS, S. *Design of passive solar buildings in urban areas, **Sol.*** **Energy** 70 (3) (2001) 311–318. https://doi.org/10.1016/S0038-092X(00)00090-6

[14] YILDIZ, Y. ARSAN, Z.D. *Identification of the building parameters that influenceheating and cooling energy loads for apartment buildings in hot-humid cli-mates*, **Energy** 36 (7) (2011) 4287–4296. https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.04.013

[15] SOGARTO, M. J.; VERSAGE, R.; LAMBERTS, R. A influência da área de ventilação no desempenho térmico de edificações residenciais. **Nota Técnica nº03/2011**. Disponível em: <https://labeee.ufsc.br/index.php/node/281>. Acesso em: jun. 2021.

[16] ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas**. NBR 15575-1:** Edificações Habitacionais - Desempenho, Rio de Janeiro, 2021.

[17] MALTA, Nayara Salera. **HABITAÇÃO DE INTERESSE SOCIAL NA ZB8:**: uma abordagem termo-energética. 2020. 207 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Centro de Artes Programa, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória-Es, 2020.

[18] FERREIRA, C. C.; SOUZA, H. A. de; CARLO, J. C.. Variables of influence on thermal performance of buildings under transient conditions. **PARC Pesq. em Arquit. e Constr**, Campinas, SP, v. 12, p. e0210xx, 2021. DOI: http://dx.doi.org/10.20396/parc.v12i00.8661655

[19] RIBEIRO, Roseana Martins. **Análise do desempenho da ventilação natural de acordo com as diretrizes referentes às aberturas na ABNT NBR 15.575 e em Códigos de Obras e Edificações no Brasil**. 2022. 162 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC, 2022.

[20] SAKIYAMA, N. R. M. et al. Perspectives of naturally ventilated buildings: A review. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 130, p. 109933, 2020. https://doi.org/10.1016/j.rser.2020.109933

[21] LABEEE. Laboratório de Eficiência Energética em Edificações. **Arquivos climáticos**. INMET 2018. Disponível em: http://www.labeee.ufsc.br/downloads Acesso em: jun. de 2018.

[22] JI-PARANÁ (Município). Lei nº 1227, de 06 de maio de 2003. **Institui O Código de Obras do Município**. Ji-Paraná, RO, maio 2003.