

ESTUDO DAS CURVAS DE DURAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DO COMPORTAMENTO TÉRMICO ESTRUTURAL UTILIZANDO DIFERENTES ARQUIVOS CLIMÁTICOS DA CIDADE DE BELÉM-PA

Data de aceite: 01/09/2023

David Lohan Pereira de Sousa

Universidade Federal do Pará, Programa
de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica
Ananindeua – PA
<http://lattes.cnpq.br/2436569184881553>

Jean Carlos de Almeida Nobre

Universidade Federal do Pará, Programa
de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica
Ananindeua – PA
<http://lattes.cnpq.br/7734211201557548>

Larissa dos Santos Borges

Universidade Federal do Pará, Programa
de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica
Ananindeua – PA
<http://lattes.cnpq.br/7459210958889959>

Silvio Bispo do Vale

Universidade Federal do Pará, Faculdade
de Engenharia de Energia
Ananindeua – PA
<http://lattes.cnpq.br/4884492375891611>

Luiz Claudio Fialho Andrade

Universidade Federal do Pará, Faculdade
de Engenharia Mecânica
Belém – PA
<http://lattes.cnpq.br/3988224151528149>

Jerson Rogério Pinheiro Vaz

Universidade Federal do Pará, Programa
de Pós-Graduação em Engenharia
Mecânica
Ananindeua – PA
<http://lattes.cnpq.br/1623983294183975>

RESUMO: Simulações termoenergéticas foram realizadas em uma edificação localizada em Belém-PA utilizando os softwares *SketchUp*, *OpenStudio*, *EnergyPlus* e *DView* para avaliar o comportamento térmico do espaço e determinar a representatividade (%) em que o ambiente se mantém dentro dos parâmetros estabelecidos pela Norma ISO 9241. Cinco arquivos climáticos diferentes foram utilizados para comparar o desempenho térmico do ambiente: TRY, IWEC, SWERA, INMET e TMY. Com base na análise da curva de duração, constatou-se que o arquivo climático TRY teve o melhor desempenho, pois a zona termal permaneceu dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma ISO 9241 por 2.960 horas, correspondendo a 33,8% do período anual.

PALAVRAS-CHAVE: Simulações. Arquivos

climáticos. Comportamento térmico.

STUDY OF DURATION CURVES FOR THERMAL AND STRUCTURAL BEHAVIOR EVALUATION USING DIFFERENT CLIMATE FILES FROM THE CITY OF BELÉM-PA

ABSTRACT: Thermoenergetic simulations were carried out in a building located in Belém-PA using SketchUp, OpenStudio, EnergyPlus and DView software to evaluate the thermal behavior of the space and determine the representativeness (%) in which the environment remains within the parameters established by ISO 9241 Standard Five different climate files were used to compare the thermal performance of the environment: TRY, IWEC, SWERA, INMET and TMY. Based on the analysis of the duration curve, it was found that the TRY climate file had the best performance, as the thermal zone remained within the parameters established by the ISO 9241 standard for 2.960 hours, corresponding to 33.8% of the annual period.

KEYWORDS: Simulations. Climate files. Thermal behavior.

1 | INTRODUÇÃO

O comportamento térmico de um edifício é uma questão crítica para a eficiência energética. É importante entender como o clima e outros fatores externos afetam o desempenho termoenergético de um edifício para que se possa tomar decisões informadas sobre como melhorar sua eficiência.

A análise do comportamento térmico em um edifício pode ser feita por meio de modelagem de simulação numérica, que permite a previsão do desempenho em diferentes condições climáticas.

Um dos métodos para avaliar o comportamento térmico é através do uso do gráfico de curva de duração. Este gráfico fornece uma visualização de como a temperatura interna do ar varia ao longo do tempo, permitindo uma análise aprofundada das condições climáticas e da eficiência termoenergética.

O objetivo deste artigo é avaliar o comportamento térmico do ar em uma edificação por meio da análise da curva de duração utilizando os *softwares SketchUp, OpenStudio, EnergyPlus e DView*. Além disso, serão avaliados os impactos de diferentes arquivos climáticos na análise, os resultados são comparados com os parâmetros da norma reguladora ISO 9241 (2011).

Ao compreender o comportamento térmico do ar de um edifício por meio da curva de duração, pode-se tomar decisões precisas sobre como gerenciar a energia de maneira mais eficiente e sustentável. Ao utilizar os *softwares* de simulação termoenergética pode-se ter uma visão clara e precisa sobre como melhorar a eficiência termoenergética de um ambiente.

Ao utilizar arquivos climáticos diferentes, pode-se analisar como as condições climáticas afetam o comportamento térmico do ar em um edifício. *e.g.* se uma edificação for

simulada com dados climáticos de uma região com clima quente e úmido, pode-se prever como o comportamento térmico deste ambiente seria diferente em uma região com clima frio e seco. Isso permite avaliar as opções de gerenciamento de energia mais eficientes para diferentes condições climáticas e determinar qual é a melhor solução para cada situação.

Em resumo, a análise do comportamento térmico de um ambiente estrutural utilizando arquivos climáticos diferentes via *softwares* de simulação termoenergética se torna uma ferramenta necessária para avaliar a eficiência térmica de um ambiente, baseando-se em normas regulamentadoras.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com Frota e Schiffer (2003), o conforto térmico é a sensação que o corpo humano experimenta ao descarregar calor produzido pelo metabolismo sem precisar usar mecanismos de regulação térmica. Bittencourt e Cândido (2008) afirmam que conforto térmico é a condição de bem-estar psicológico quanto às condições térmicas de um ambiente que mantém a estabilidade corporal. A norma americana ASHRAE 55 (2004) define conforto térmico como a situação em que uma pessoa está satisfeita com seu entorno. Alguns autores também usam o termo conforto higrotérmico, mas a literatura mais recente refere-se ao conforto térmico. A ASHRAE 55 (2004) estabelece que, para se ter conforto térmico, pelo menos 80% dos ocupantes devem expressar satisfação com as condições térmicas.

Akutsu, Sato e Pedroso (1987) enfatizam que a satisfação com o ambiente térmico é uma resposta que depende de diversos fatores, incluindo condições ambientais (temperatura, umidade, velocidade do ar e radiação) e pessoais (vestimenta e atividade). Romero (2013) ressalta a importância de compreender como as variáveis ambientais afetam a percepção térmica humana. Para garantir o equilíbrio entre o homem e seu meio ambiente, segundo Rivero (1986), é preciso garantir o conforto térmico em qualquer ambiente, seja interno ou externo.

Diante da necessidade de definir os parâmetros de conforto térmico, foram realizados inúmeros estudos bioclimáticos para equacionar a satisfação humana quanto às variáveis climáticas.

2.1 Norma regulamentadora ISO 9241 (2011)

A norma recomenda que as temperaturas do ambiente sejam mantidas dentro de certos limites para garantir o conforto dos usuários, sendo eles: a temperatura ideal, no verão entre 20 °C e 24 °C e no inverno entre 23 °C e 26 °C, com umidade relativa do ar entre 40% e 80%.

2.2 Arquivos climáticos

São conjuntos de dados que descrevem as condições climáticas de uma determinada

área, incluindo informações sobre temperatura, umidade, velocidade do ar, precipitação e outros fatores. Nesta pesquisa foram utilizados os seguintes arquivos climáticos da cidade de Belém-PA: *International Weather for Energy Calculations* (IWECC), *Solar and Wind Energy Resource Assessment* (SWERA), Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), *Test Reference Year* (TRY) e *Typical Meteorological Year* (TMY).

2.3 Softwares de simulação termoenergética

São programas que simulam as condições climáticas e as cargas térmicas em edifícios e outros tipos de estruturas. Nesta pesquisa foram utilizadas as seguintes ferramentas computacionais: O *software* de modelagem 3D *SketchUp* (Figura 1) foi utilizado para modelar o ambiente, enquanto o *plug-in OpenStudio* (Figura 2) serviu como conexão entre as diferentes ferramentas de *software*. O *EnergyPlus* (Figura 3) foi utilizado para as simulações térmicas, e os resultados foram visualizados por meio do *DView* (Figura 4), que forneceu os gráficos que serão apresentados na seção de resultados e discussões.

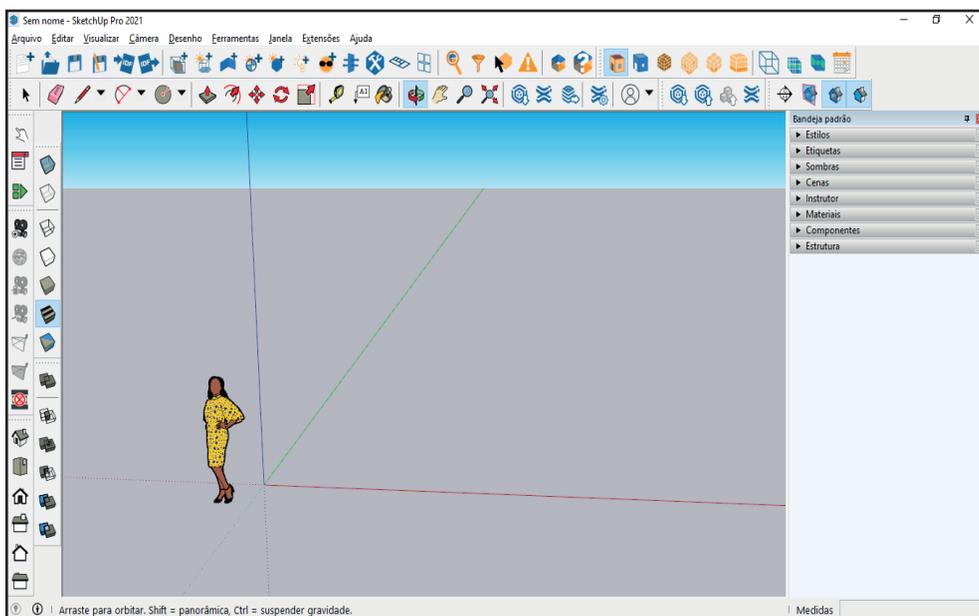


Figura 1. Interface do *software SketchUp*. Fonte: Autores, (2023).

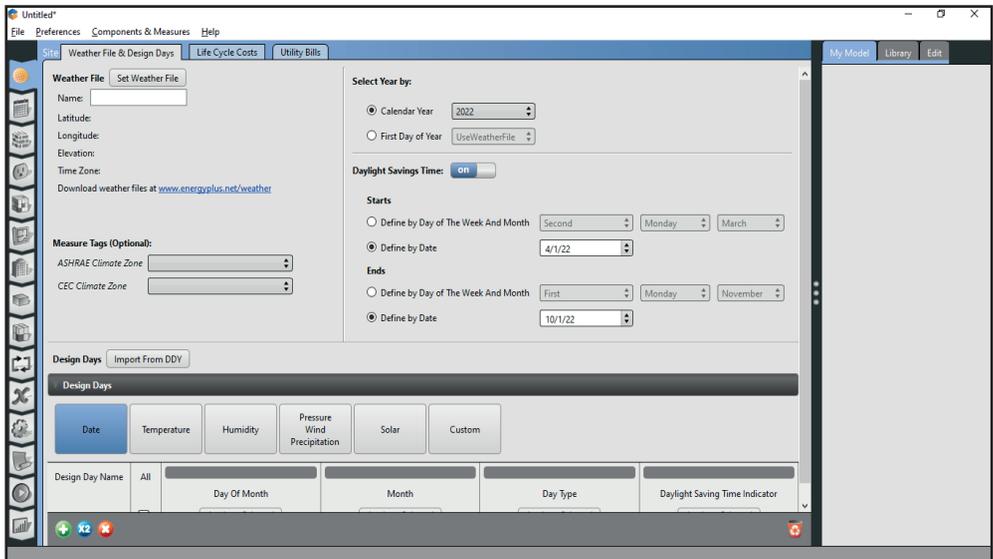


Figura 2. Interface do software *OpenStudio*. Fonte: Autores, (2023).

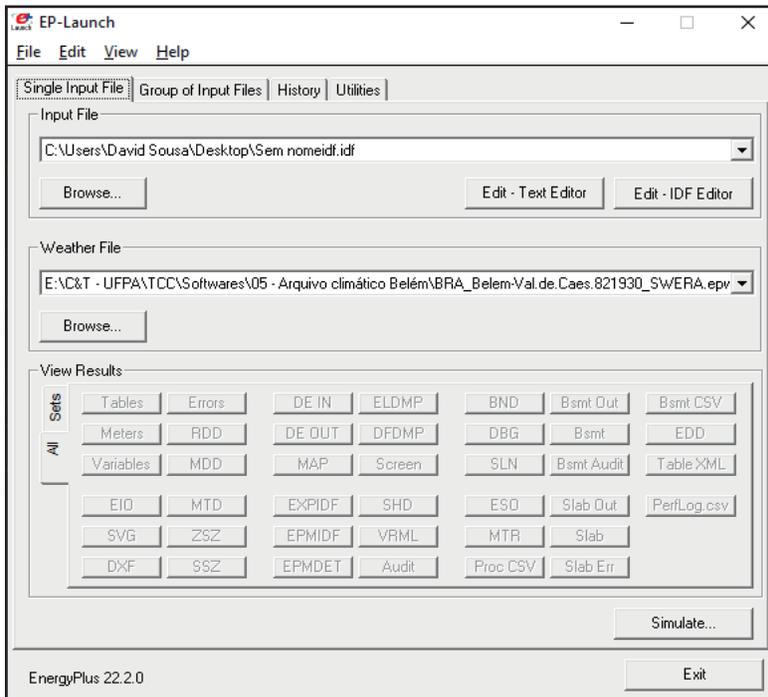


Figura 3. Interface do software *EnergyPlus*. Fonte: Autores, (2023).

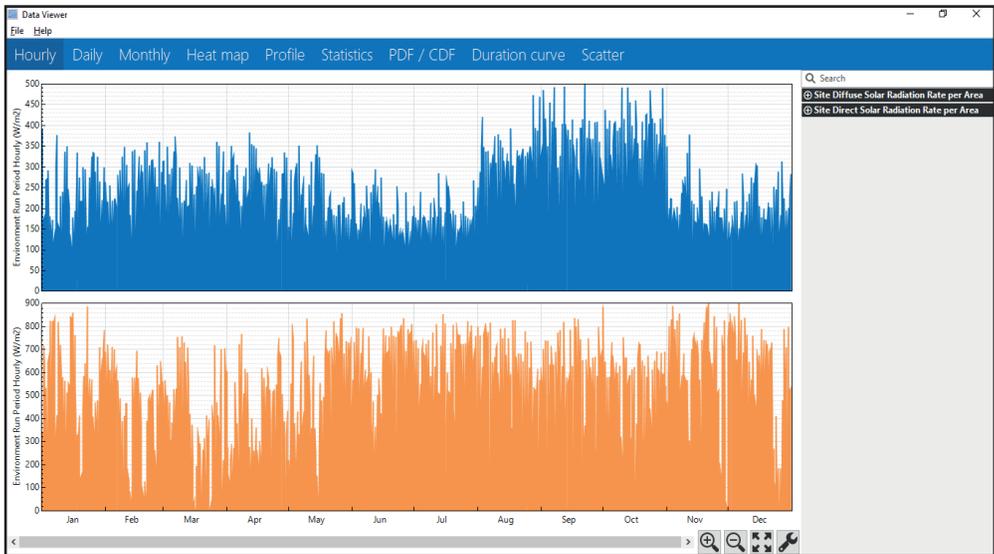


Figura 4. Interface do *software DView*. Fonte: Autores, (2023).

3 | CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

Belém-PA é a capital do estado brasileiro do Pará, situada na região Norte do país. A caracterização do território é uma etapa fundamental para compreender o desempenho térmico de ambientes. Isso ocorre porque a localização geográfica, o clima e outros fatores ambientais podem ter um grande impacto na temperatura, umidade e outros aspectos do ambiente.

A Tabela 1 caracteriza as informações da Cidade de Belém-PA.

POPULAÇÃO	
População estimada	1.506.420 [2021]
População no último censo	1.393.399 [2010]
Densidade demográfica	1.315,26 habitantes/km ² [2010]
MEIO AMBIENTE	
Área urbanizada	147,35 km ² [2019]
Esgotamento adequado	67,9 % [2010]
Arborização de vias públicas	22,3 % [2010]
TERRITÓRIO	
Área territorial	1.059,466 km ² [2021]

Tabela 1. Dados da cidade de Belém-PA. Fonte: IBGE – Cidades e Estados, (2023).

A Tabela 2 caracteriza a localização geográfica da Cidade de Belém-PA.

Município	Localização Geográfica		Altitude (m)
	Latitude sul	Longitude W-Gr	
Belém	01°27'20"	48°30'15"	22

Tabela 2 – Localização geográfica da cidade de Belém-PA. Fonte: CODEM, (2011).

A Figura 5 mostra o mapa da Região Metropolitana de Belém.

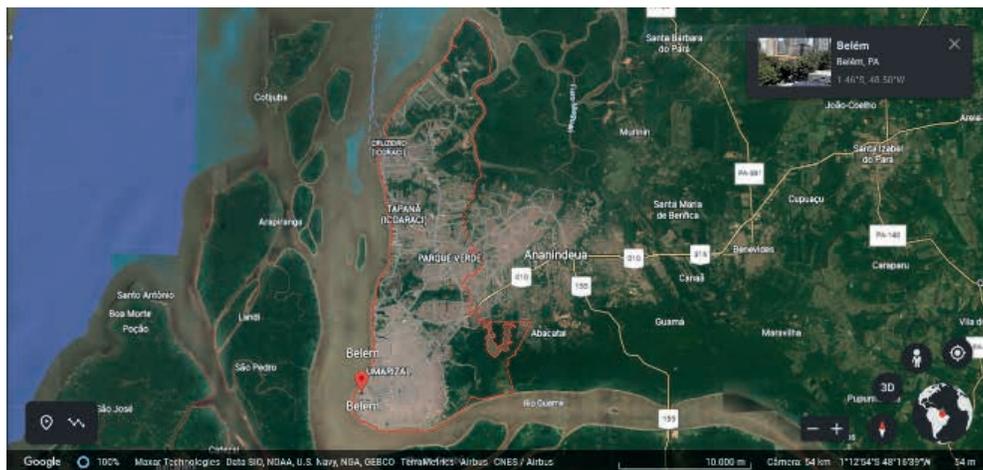


Figura 5. Região metropolitana de Belém-PA. Fonte: Google Earth, (2023).

O Mapa de Zoneamento Bioclimático é uma ferramenta que divide o território brasileiro em zonas bioclimáticas, levando em consideração características climáticas e geográficas, como temperatura, umidade, altitude, latitude, entre outras. O objetivo do mapa é auxiliar na concepção de projetos de arquitetura e urbanismo mais adequados ao clima e condições ambientais de cada região.

O mapa é uma importante ferramenta para orientar o desenvolvimento de projetos arquitetônicos e urbanísticos mais eficientes e sustentáveis, que considerem as condições climáticas de cada região do país. Com isso, é possível proporcionar mais conforto térmico e melhor qualidade de vida aos usuários dos espaços construídos, além de reduzir o consumo de energia e minimizar os impactos ambientais.

O zoneamento bioclimático brasileiro compreende oito diferentes zonas, conforme indicado na Figura 6.

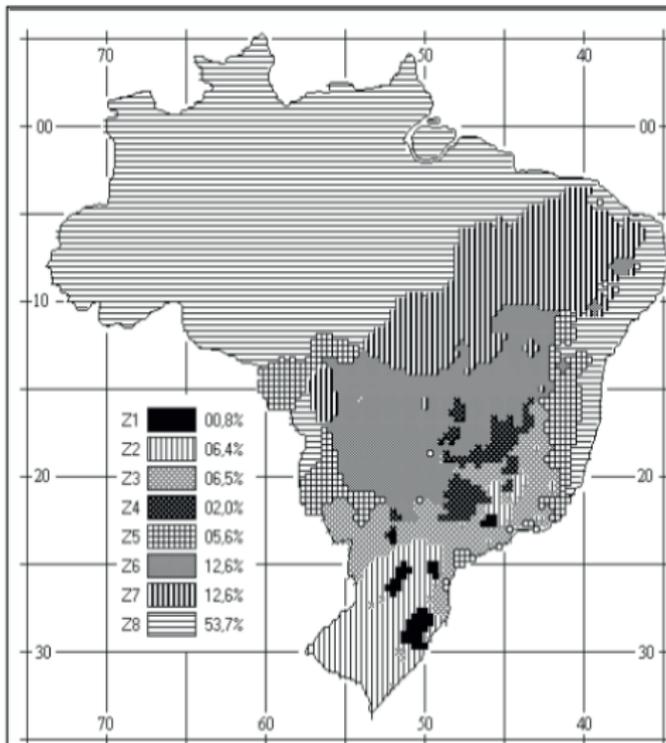


Figura 6. Zoneamento bioclimático brasileiro. Fonte: NBR 15220-3, (2005).

4 | MATERIAIS E MÉTODOS

Realizou-se simulações numéricas utilizando os *softwares SketchUp* (v21.0.391), *OpenStudio* (v3.5.1), *EnergyPlus* (v22.2.0) e *DView* (v1.2.0) juntamente dos arquivos: IWEC, SWERA, INMET, TRY e TMY da cidade de Belém-PA para analisar o comportamento térmico do ar em um edifício por meio da análise da curva de duração, com isso, exibir a representatividade (%) em que o ambiente estrutural fica dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma ISO 9241 (2011), avaliado a diferença de resultados com o uso de diferentes arquivos climáticos utilizados. Por fim, é mostrado um gráfico com a média dos resultados dos arquivos climáticos gerando um mapa de calor, mostrando os pontos quentes e frios dentro do edifício.

A partir do *software SketchUp*, foi modelado um ambiente em 3D (Figura 7). Os materiais utilizados na construção foram aplicados a partir do *OpenStudio*, e a simulação realizada por meio do *EnergyPlus*. Os resultados foram apresentados em forma de gráficos através do *DView*.

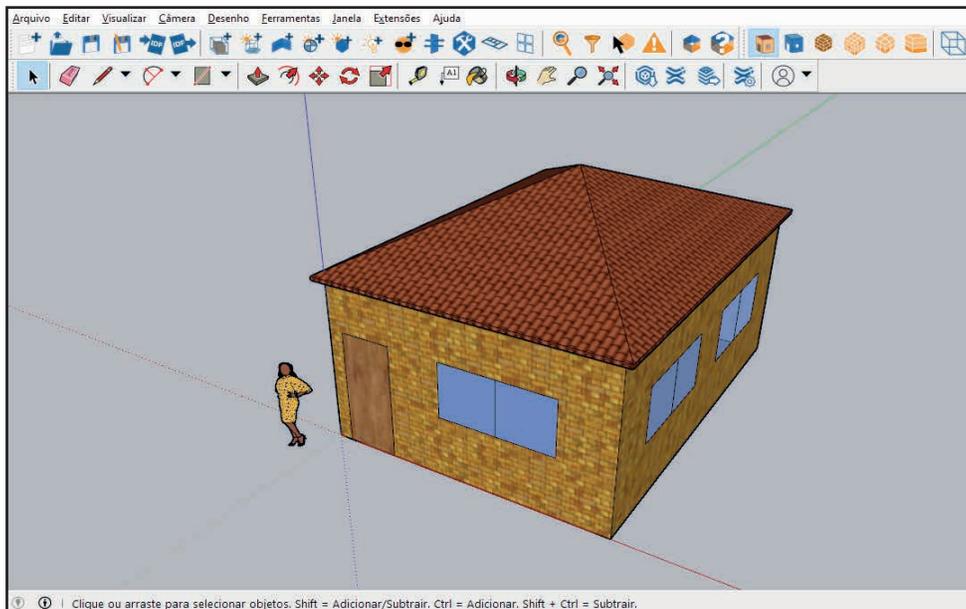


Figura 7. Edifício básico modelado no *software SketchUp*. Fonte: Autores, (2023).

As dimensões do edifício simulado são: 7 m de comprimento, 5 m de largura e 3 m de altura, com uma área total de 35 m².

Os materiais construtivos do edifício e suas propriedades térmicas são mostrados na Tabela 3.

Material	Espessura (m)	Condutividade (W/mK)	Densidade (kg/m ³)	Calor específico (J/kgK)
Piso cerâmico	0,010	0,90	1600	920
Argamassa	0,015	1,15	1600	1000
Reboco	0,025	1,15	1800	1000
Telha cerâmica	0,020	0,70	1000	920
Porta (madeira)	0,030	0,15	614	2300
Janela (vidro)	0,003	0,90	-	-
Bloco cerâmico	0,096	0,90	1764	920

Tabela 3. Propriedades térmicas dos materiais. Fonte: ABNT NBR 15220-2, (2003).

5 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Arquivo climático IWEC: o resultado apresentado na Figura 8 indica que a zona térmica do edifício em questão está fora dos parâmetros de conforto térmico na maior parte do ano, representando 74,5% do período anual. Isso significa que, durante 6.500 horas, a temperatura está acima de 26 °C e 30 horas abaixo de 24 °C, o que pode tornar o ambiente

desconfortável para os ocupantes.

Por outro lado, a figura também mostra que a zona térmica do edifício está dentro dos parâmetros de conforto térmico durante 2.230 horas, o que representa 25,5% do período anual. Isso significa que há momentos em que a temperatura está dentro do intervalo desejado para o conforto dos ocupantes.

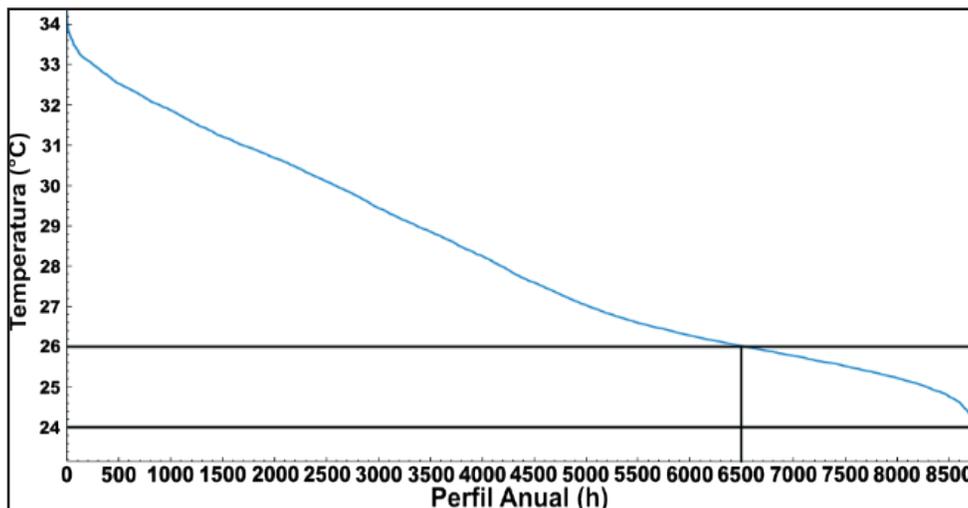


Figura 8. Perfil anual da curva de duração (IWEC). Fonte: Autores, (2022).

Arquivo climático SWERA: O resultado apresentado na Figura 9 indica que a zona térmica do edifício em questão apresenta um grande desafio para o conforto térmico dos ocupantes, uma vez que a temperatura está acima dos parâmetros de conforto térmico durante a maior parte do ano, representando 81% do período anual, ou seja, durante 7.100 horas. Demonstrando que a maioria dos ocupantes pode experimentar desconforto térmico, afetando negativamente a produtividade, o bem-estar e a saúde dos ocupantes.

Além disso, a figura mostra que a zona térmica do edifício está dentro dos parâmetros de conforto térmico apenas durante 1.660 horas, representando 19% do período anual. Esse período é relativamente curto, o que pode ser insuficiente para garantir um ambiente confortável para os ocupantes.

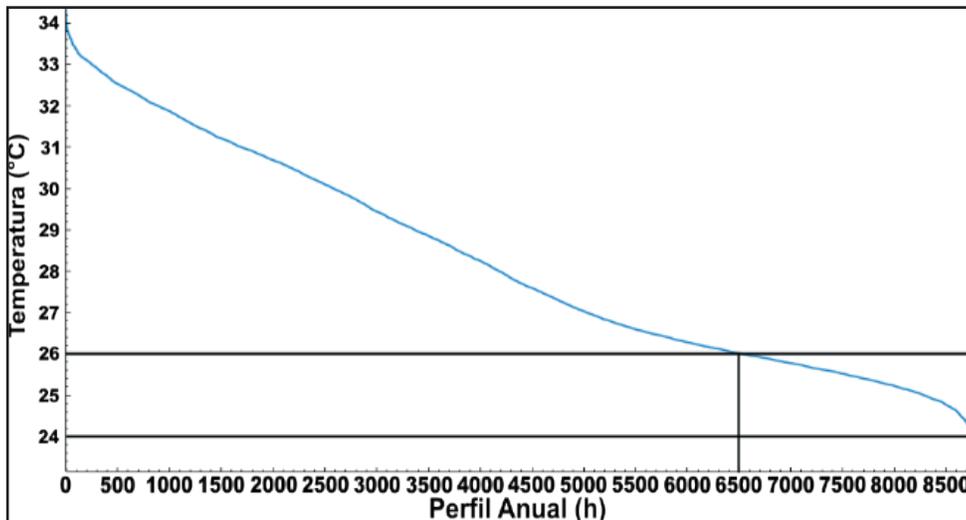


Figura 9. Perfil anual da curva de duração (SWERA). Fonte: Autores, (2022).

Arquivo climático INMET: O resultado apresentado na Figura 10 é semelhante ao apresentado na Figura 8, mostrando que a zona térmica do edifício está fora dos parâmetros de conforto térmico durante 6.600 horas, pois a temperatura está acima de 26 °C e 30 horas abaixo de 24 °C, o que representa 75,6% do período anual.

Esses dados indicam que o ambiente pode ser desconfortável para os ocupantes e isso pode afetar negativamente sua produtividade, bem-estar e saúde.

Além disso, a figura mostra que a zona térmica do edifício está dentro dos parâmetros de conforto térmico durante 2.130 horas, representando 24,4% do período anual. Embora seja relativamente baixo, esse valor é importante e deve ser valorizado, pois representa oportunidades para que os ocupantes se sintam confortáveis durante o ano.

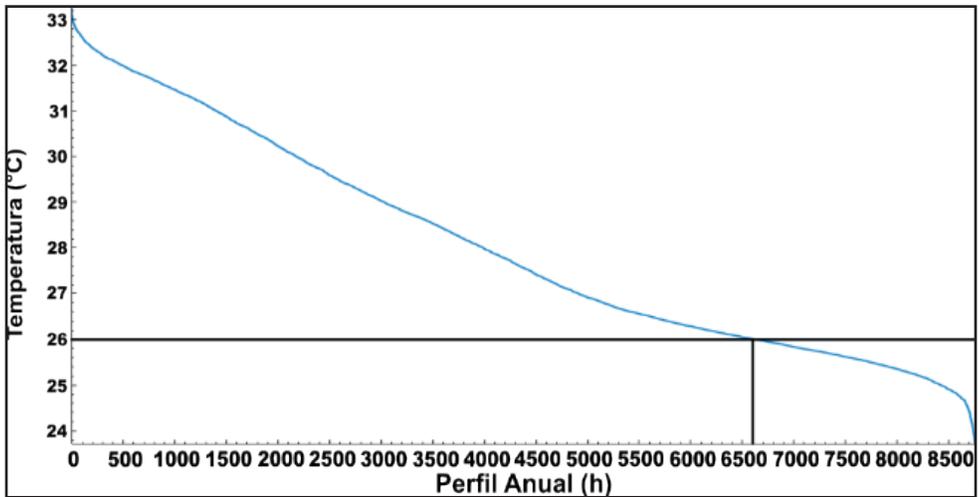


Figura 10. Perfil anual da curva de duração (INMET). Fonte: Autores, (2022).

Arquivo climático TRY: a Figura 11 indica que houve uma melhora significativa no conforto térmico da zona em comparação com os resultados dos demais arquivos climáticos apresentados. Durante 2.960 horas, a temperatura está dentro dos parâmetros de conforto térmico, representando 33,8% do período anual. Esse valor é o mais alto encontrado em todo o estudo, o que é um resultado positivo.

Embora a maioria do período ainda esteja fora dos parâmetros de conforto térmico, com a temperatura acima de 26 °C por 5.800 horas, o fato de a zona estar dentro dos parâmetros de conforto térmico por quase um terço do ano é um avanço significativo. Isso significa que os ocupantes terão mais oportunidades para trabalhar e viver em um ambiente confortável.

Além disso, é importante notar que as horas fora dos parâmetros de conforto térmico, representando 66,2% do período anual, ainda são consideravelmente altas, o que indica que ainda há espaço para melhorias no projeto e na operação do edifício.

Portanto, é importante que medidas adicionais sejam adotadas para melhorar o conforto térmico da zona, como a implementação de sistemas de ventilação e ar-condicionado mais eficientes, uso de materiais de construção com propriedades térmicas isolantes e consideração da orientação do edifício e uso de elementos de sombreamento adequados.

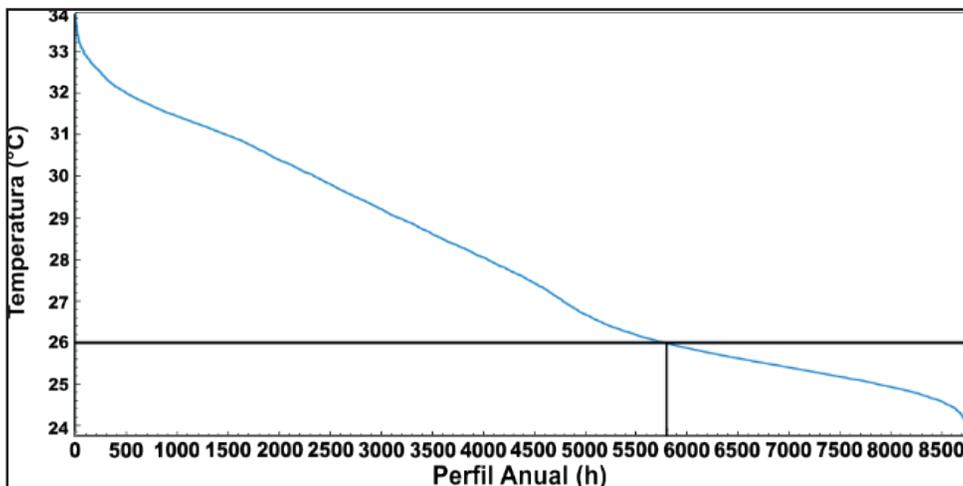


Figura 11. Perfil anual da curva de duração (TRY). Fonte: Autores, (2022).

Arquivo climático TMY: a Figura 12 indica que a zona térmica do edifício apresenta sua temperatura fora dos parâmetros de conforto térmico durante 85,1% do período anual. Durante 7.400 horas, a temperatura está acima de 26 °C e 60 horas abaixo de 24 °C. A figura também mostra que a zona térmica do edifício está dentro dos parâmetros de conforto térmico durante 1.300 horas, representando 14,9% do período anual. Embora esse valor seja relativamente baixo, ele representa oportunidades para que os ocupantes se sintam confortáveis durante o ano.

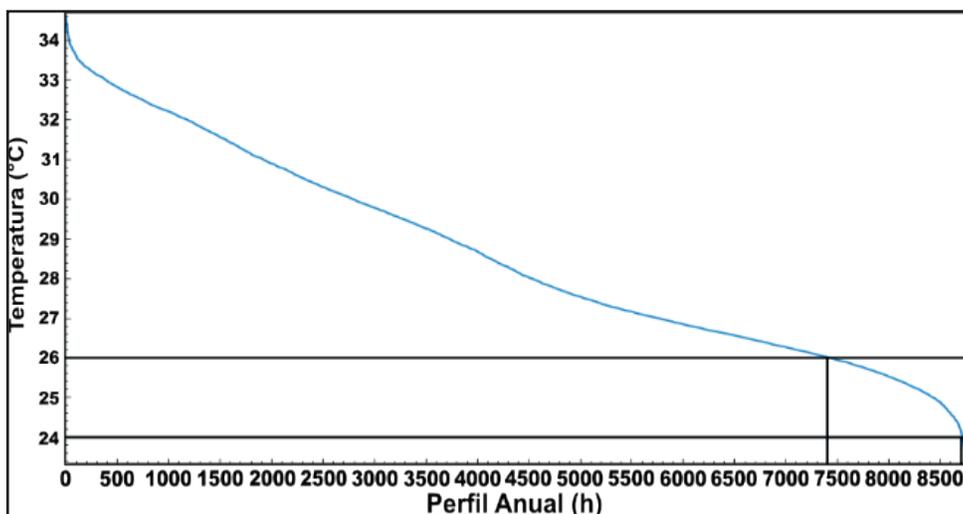


Figura 12. Perfil anual da curva de duração (TMY). Fonte: Autores, (2022).

A Tabela 4 exibe o resumo dos resultados das curvas de duração.

CURVAS DE DURAÇÃO		
Arquivo climático	Dentro dos parâmetros (ISO 9241)	Fora dos parâmetros (ISO 9241)
IWEC	25,5%	74,5%
SWERA	19,0%	81,0%
INMET	24,4%	75,6%
TRY	33,8%	66,2%
TMY	14,9%	85,1%

Tabela 4. Curvas de duração (resumo). Fonte: Autores, (2023).

Através da análise das curvas de duração da temperatura na zona térmica do edifício, pode-se observar que o desempenho mais satisfatório em termos de conforto térmico foi registrado utilizando o arquivo climático TRY. Durante 2.960 horas, a temperatura permaneceu dentro dos parâmetros definidos pela norma ISO 9241, o que equivale a 33,8% do período anual. Esse é um resultado positivo, indicando que a escolha do arquivo climático pode ter um grande impacto no conforto térmico de um edifício.

Embora a zona ainda tenha ficado fora dos parâmetros de conforto térmico por 66,2% do período anual, o resultado obtido com o arquivo climático TRY é o mais alto encontrado em todo o estudo. Isso indica que a seleção cuidadosa do arquivo climático pode ser um fator crítico para garantir um ambiente confortável para os ocupantes do edifício.

É importante ressaltar que, apesar do bom desempenho observado no arquivo climático TRY, ainda há espaço para melhorias na busca de soluções mais eficientes para garantir o conforto térmico da zona. Isso pode incluir a implementação de estratégias passivas, como o uso de sombreamento adequado e o emprego de materiais de construção com propriedades térmicas isolantes, além do uso de sistemas de ventilação e ar-condicionado mais eficientes.

Por fim, a escolha do arquivo climático é um fator crítico para garantir o conforto térmico de um edifício, e a seleção cuidadosa do arquivo pode ter um grande impacto na satisfação dos ocupantes.

6 | CONCLUSÃO

Pode-se afirmar que a análise da curva de duração é uma técnica de grande importância em estudos relacionados à eficiência energética e conforto térmico em edificações. Os resultados obtidos indicam que a utilização do arquivo climático TRY proporcionou um desempenho superior em termos de conforto térmico em comparação a outros arquivos climáticos analisados, com a zona permanecendo dentro dos parâmetros estabelecidos pela norma ISO 9241 por 2.960 horas ao longo do período anual, o que representa 33,8% do tempo.

É fundamental destacar que a norma ISO 9241 estabelece parâmetros para o

conforto térmico em ambientes, considerando fatores como temperatura, umidade e velocidade do ar. Assim, o fato de a zona ter permanecido dentro desses parâmetros por um tempo significativo indica que o ambiente oferece condições adequadas para a realização de atividades.

REFERÊNCIAS

AKUTSU, M. SATO, N. M. PEDROSO, N. G. **Desempenho térmico de edificações habitacionais escolares: manual de procedimentos para avaliação, ITP, Divisão de Edificações**, São Paulo, 1987.

AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIRCONDITIONING ENGINEERS. **ASHRAE Standard 55**. Thermal Environment Conditions for Human Occupancy, ASHRAE, Atlanta, 2004.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico de edificações Parte 3: Zoneamento bioclimático brasileiro e diretrizes construtivas para habitações unifamiliares de interesse social**. ABNT NBR 15220-3. Rio de Janeiro. 2005.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **Desempenho térmico de edificações – Parte 2: Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações**. ABNT NBR 15220-2. Rio de Janeiro. 2003.

BITTENCOURT, L., CÂNDIDO, C. **Introdução a Ventilação Natural**. EDUFAL: Maceió, 2008.

CODEM - Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém (2011). **Caracterização do Território**. Disponível em: http://www.belem.pa.gov.br/app/ANUARIO_2011/1_01_Caracterizacao%20do%20Territorio.pdf. Acesso em: 08 fev. 2023.

DVIEW v1.2.0. **[Software]**. Disponível em: <https://github.com/NREL/wex/releases/tag/v1.2.0>. Acesso em: 08 fev. 2023.

ENERGYPLUS v22.2.0. **[Software]**. Disponível em: <https://energyplus.net/>. Acesso em: 08 fev. 2023.

ENERGYPLUSTM. **Arquivos Climáticos**: International Weather for Energy Calculations (IWEC), Solar and Wind Energy Resource Assessment (SWERA). Disponível em: https://energyplus.net/weather-region/south_america_wmo_region_3/BRA. Acesso em: 30 jan. 2023.

FROTA, A. B.; SCHIFFER, R. S. **Manual de Conforto Térmico**. Ed. Studio Nobel, 7a ed., São Paulo, 2003.

GOOGLE EARTH - **Região metropolitana de Belém-PA**. Disponível em: https://earth.google.com/web/search/Bel%c3%a9m,+PA/@-1.38256748,-48.42298292,16.12403255a,72159.54322787d,35.00000329y,0h,0t,0r/data=CnUaSxJFCiUweDkyYTQ2MWmFmODQ3NTZjZTE6MHg1NzBkNTQwMjE1ODY0YzM1GSMl_IYuTfe_IT1CzZAqQEjAKgpCZWzDqW0sIFBBGAlgASlmCiQJF9VSN7Bt9b8RXpInkrZx9b8ZoiMXSQEYsMAhZkQINSYySMA. Acesso em: 07 fev. 2023.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Cidades e Estados**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/pa/belem.html>. Acesso em: 08 de fevereiro de 2023.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Ergonomics - Determination of metabolic heat production, **ISO 9241**. Genebra, 2011.

LAWRIE, L, K; DRURY, B, C. **Arquivos Climáticos**: Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), Test Reference Year (TRY), Typical Meteorological Year (TMY). Disponível em: https://climate.onebuilding.org/WMO_Region_3_South_America/BRA_Brazil/index.html#IDPA_Para-. Acesso em: 30 jan. 2023.

OPENSTUDIO v3.5.1. **[Software]**. Disponível em: <https://openstudio.net/>. Acesso em: 08 fev. 2023.

RIVERO, R. **Arquitetura e clima: acondicionamento térmico natural**. 2ª edição, D. C. Luzzatto Editores, Porto Alegre, 1986.

ROMERO, M. A. B. **Princípios bioclimáticos para o desenho urbano**. SciELO-Editora UnB, 2013.

SKETCHUP PRO 2021 v21.0.391. **[Software]**. Disponível em: <https://www.sketchup.com/pt-BR>. Acesso em: 08 fev. 2023.