Desconforto térmico em uma edificação residencial naturalmente ventiladas sob cenários climáticos futuros em Goiânia - GO

Thermal discomfort in a naturally ventilated residential building under future climate scenarios in Goiânia, Goiás

Taylana Piccinini Scolaro
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | taylana.p.s@posgrad.ufsc.br
Igor Catão Martins Vaz
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | igor.catao@posgrad.ufsc.br
Enedir Ghisi
Universidade Federal de Santa Catarina | Florianópolis | Brasil | enedir.ghisi@ufsc.br

Resumo

As mudanças climáticas podem agravar o desconforto térmico em habitações. O objetivo deste estudo foi avaliar os impactos das mudanças climáticas no desconforto térmico em uma habitação unifamiliar naturalmente ventilada em Goiânia por meio de simulações no EnergyPlus, considerando o clima atual e os cenários climáticos futuros SSP2-4.5 e SSP5-8.5 para 2050 e 2080. O conforto térmico foi analisado com base no modelo adaptativo da ASHRAE 55. Os resultados indicam aumento expressivo no número de horas de desconforto térmico por calor, atingindo até 7120 h no cenário mais pessimista em 2080. Além disso, as 3.416 horas já desconfortáveis no cenário atual tornam-se mais severas, com aumentos médios de até 3,55°C e máximos de até 5,72°C. A intensificação do desconforto térmico ocorre ao longo de todo o ano, reduzindo a eficácia da ventilação natural e evidenciando a necessidade de estratégias de adaptação para edificações mais resilientes às mudanças climáticas.

Palavras-chave: Conforto térmico interno. Temperatura operativa interna. Residência unifamiliar. Cenários futuros. Aquecimento climático.

Abstract

Climate change can increase thermal discomfort in residential buildings. This study aimed to assess the impacts of climate change on thermal discomfort in a naturally ventilated single-family dwelling in Goiânia using EnergyPlus simulations, considering the current climate and the future climate scenarios SSP2-4.5 and SSP5-8.5 for 2050 and 2080. Thermal comfort was analysed based on the ASHRAE 55 adaptive model. The results indicate a significant increase in the number of hours of thermal discomfort due to heat, reaching up to 7,120 hours in the most pessimistic scenario by 2080. Furthermore, the 3,416 hours already uncomfortable in the current scenario became more severe, with average increases of up to 3.55°C and maximum increases of up to 5.72°C. The intensification of thermal discomfort occurs year-round, reducing the effectiveness of natural ventilation and underscoring the need for adaptation strategies to make buildings more resilient to climate change.

Keywords: Indoor thermal comfort. Internal operative temperature. Single-family house. Future scenarios. Climate warming.

Como citar:
SCOLARO, et al. Desconforto térmico em uma edificação residencial naturalmente ventiladas sob cenários climáticos futuros em Goiânia - GO. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

INTRODUÇÃO

O crescimento populacional e a intensificação da urbanização têm aumentado o consumo de energia nas edificações e a emissão de gases de efeito estufa [1]. Esse processo ocorre de forma simultânea às mudanças climáticas globais, que vêm alterando padrões de temperatura e precipitação, com tendência de aumento das temperaturas médias e da frequência de eventos extremos [2,3]. Nesse contexto, o setor da construção civil assume papel central, tanto como responsável por parte das emissões quanto como elemento vulnerável aos impactos climáticos.

Os cenários climáticos futuros propostos pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), baseados nas trajetórias socioeconômicas compartilhadas (SSPs), indicam diferentes níveis de aquecimento associados a diferentes combinações de desenvolvimento socioeconômico e políticas de mitigação. Em cenários de maiores emissões, como o SSP5-8.5, projeta-se um aumento mais acentuado das temperaturas, com impactos diretos sobre as condições de habitabilidade e o desempenho térmico das edificações [4].

A ventilação natural é amplamente reconhecida como uma estratégia passiva de resfriamento, especialmente em climas tropicais, contribuindo para a redução da dependência de sistemas mecânicos e do consumo de energia [5,6]. No entanto, sua eficácia pode ser comprometida em algumas localidades à medida que as temperaturas externas aumentam, reduzindo o potencial de dissipação de calor e aumentando a ocorrência de condições desconfortáveis [7].

Diante desse cenário, torna-se fundamental que o projeto de edificações considere não apenas as condições climáticas atuais, mas também as projeções futuras, de modo a garantir desempenho térmico adequado ao longo da vida útil das construções. A consideração de cenários climáticos em análises de conforto térmico permite antecipar riscos e orientar soluções mais resilientes. Assim, este estudo tem como objetivo avaliar os impactos das mudanças climáticas no desconforto térmico de uma habitação unifamiliar naturalmente ventilada em Goiânia, considerando tanto a variação na frequência quanto a intensificação das condições de desconforto em cenários climáticos futuros.

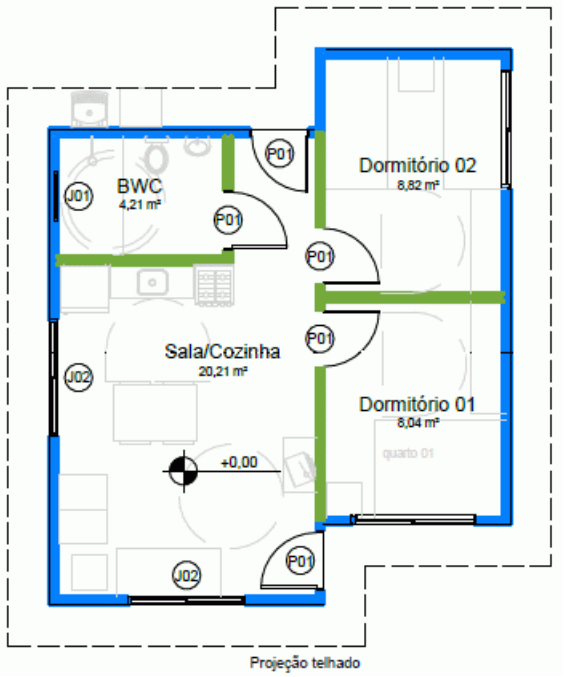
MÉTODO

Adotou-se um modelo representativo de habitação unifamiliar, o qual foi modelado considerando as condições climáticas de Goiânia. Simulações computacionais foram realizadas por meio do programa EnergyPlus (versão 24.2), com o objetivo de avaliar a influência das mudanças climáticas sobre o desconforto térmico dos usuários.

MODELO DE EDIFICAÇÃO

Adorou-se um modelo de referência de habitação unifamiliar térrea, representativo das tipologias utilizadas em programas habitacionais brasileiros, adaptado de [8] (Figura 1). A edificação possui área de 41,28 m², composta por dois dormitórios, sala integrada à cozinha, banheiro e pé-direito de 2,60 m.

Figura 1: Planta baixa da residência unifamiliar térrea.



Fonte: adaptado de [8].

As características e propriedades dos materiais foram modelas conforme [8,9]. A Tabela 1 apresenta as propriedades térmicas dos materiais da envoltória. As portas, com espessura de 3 cm, são de madeira, com condutividade térmica de 0,15 W/m·K, densidade de 650 kg/m³ e calor específico de 2300 J/kg·K. As janelas são de vidro simples, com transmitância térmica de 5,7 W/m²·K e coeficiente de ganho de calor solar de 0,87, não sendo considerados dispositivos de sombreamento externo. As janelas de correr possuem área igual a 17% da área de piso e janela do banheiro (tipo basculante) possui dimensões de 0,60 x 0,60 m. As paredes externas apresentam absortância solar de 0,58, enquanto a porta externa de alumínio possui absortância solar de 0,08. A edificação foi modelada em campo aberto, sem a presença de obstruções no entorno.

Tabela 1: Propriedades térmicas dos materiais da envoltória

Componente	Composição	Transmitância térmica (W/m²·K)	Capacidade térmica (kJ/m²·K)
Piso térreo	Laje de concreto	1,77	185
Paredes externas	Alvenaria de blocos cerâmicos	2,37	151
Cobertura	Laje de concreto, camada de ar e telhas cerâmicas	2,05	238

Fonte: os autores.

Os ganhos internos de calor, associados à ocupação, iluminação e equipamentos, foram definidos conforme a NBR 15575-1 [10]. As simulações foram realizadas sob condições de ventilação natural, utilizando o modelo *Airflow Network* do EnergyPlus, versão 24.2. A operação de janelas e portas seguiu os critérios estabelecidos na NBR 15575-1 [10].

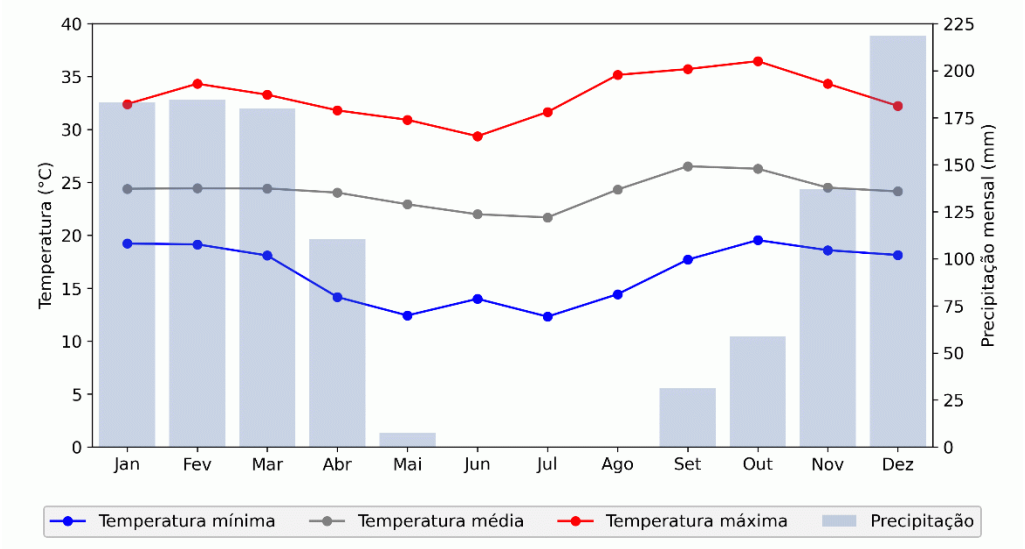
CENÁRIOS CLIMÁTICOS

Goiânia, Goiás, Centro-Oeste do Brasil, apresenta clima tropical com estação seca no inverno (Aw), segundo a classificação de Köppen [11]. As condições climáticas atuais foram representadas nas simulações computacionais por um Ano Meteorológico Típico (TMY 2007–2021). A Figura 2 mostra a variação mensal das temperaturas mínima, média e máxima do ar externo, bem como da precipitação acumulada. Observa-se que as temperaturas mais elevadas se concentram no período de agosto a outubro, enquanto a precipitação apresenta forte sazonalidade, com maiores valores nos meses de verão e um período seco bem definido durante o inverno. A umidade relativa média mensal varia entre 38,4% (agosto) e 79,3% (dezembro). Segundo a Carta Bioclimática de Givoni, o clima de Goiânia favorece a adoção de estratégias passivas de resfriamento, como sombreamento das aberturas, ventilação seletiva, resfriamento evaporativo e massa térmica.

As condições futuras da cidade foram descritas por quatro cenários climáticos derivados das trajetórias SSP2-4.5 e SSP5-8.5, para os horizontes temporais de 2050 e 2080. O cenário SSP2-4.5 corresponde a uma trajetória intermediária, caracterizada por desafios moderados tanto para mitigação quanto para adaptação às mudanças climáticas. Por sua vez, o cenário SSP5-8.5 representa uma trajetória de altas emissões, associada a um desenvolvimento intensivo em combustíveis fósseis, resultando em maiores níveis de forçamento radiativo e aquecimento mais pronunciado até o final do século.

Foram utilizados arquivos climáticos futuros desenvolvidos por Vaz *et al*. [12] gerados por meio da ferramenta *Future Weather Generator* (FWG) [13]. Essa ferramenta aplica a técnica de "*morphing*" aos dados climáticos atuais, ajustando variáveis como temperatura e demais parâmetros meteorológicos de forma a refletir as projeções de mudanças climáticas.

Figura 2: Variação mensal das temperaturas mínima, média e máxima do ar externo e da precipitação acumulada, com base no arquivo climático representativo das condições atuais de Goiânia.



CONFORTO TÉRMICO

O cálculo dos limites de conforto térmico adaptativo foi realizado com base no modelo adaptativo da ASHRAE 55 [14], considerando 80% de aceitabilidade. A temperatura média externa predominante foi calculada por meio de uma média móvel exponencial das temperaturas médias diárias externas, conforme a Equação 1.

$$T_{rm}=(1-\alpha)\cdot T_{out,d}+\alpha\cdot T_{rm,prev} \quad (1)$$

Onde T_{rm} é a temperatura média predominante (°C), α é o coeficiente de ponderação adotado como 0,7, $T_{out,d}$ é a temperatura média externa diária do dia corrente (°C) e $T_{rm,prev}$ é a temperatura média predominante do dia anterior (°C).

Os limites de conforto térmico foram então determinados a partir das Equações 2 e 3.

$$T_{sup}=0{,}31\cdot T_{rm}+21{,}3 \quad (2)$$

$$T_{inf}=0{,}31\cdot T_{rm}+14{,}3 \quad (3)$$

Onde T_{sup} corresponde ao limite superior de conforto térmico (°C) acima do qual os ocupantes sentiriam desconforto por calor e T_{inf} corresponde ao limite inferior de conforto térmico (°C) abaixo do qual os ocupantes sentiriam desconforto por frio.

ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados com base nas variações na frequência e na intensidade do desconforto térmico em cenários climáticos futuros, em comparação com o cenário atual. Para todas as análises, foi considerada a temperatura operativa interna do dormitório 1 do modelo de referência.

Para a avaliação das mudanças na frequência, quantificou-se a variação no número de horas de desconforto térmico por calor e por frio em base diária, a partir da diferença entre cada cenário futuro e o cenário atual. Para cada dia do ano, calculou-se a diferença no número de horas classificadas como desconfortáveis, permitindo identificar incrementos ou reduções na frequência de desconforto ao longo do ano.

O agravamento da intensidade do desconforto térmico por calor foi avaliado considerando exclusivamente as horas já classificadas como desconfortáveis no cenário atual. Para essas horas, determinou-se o aumento da intensidade do desconforto térmico nos cenários futuros, definido como a variação da excedência da temperatura operativa interna em relação ao limite superior de conforto adaptativo, conforme a Equação 4.

$$\Delta DH=DH_{calor}^{fut} - DH_{calor}^{atual} \quad (4)$$

Onde ΔDH representa a variação da excedência da temperatura operativa interna (°C) em relação ao limite de conforto adaptativo entre os cenários, DH_{calor}^{atual} e DH_{calor}^{fut} representam, respectivamente, a excedência da temperatura operativa interna em

relação ao limite superior de conforto adaptativo no cenário atual e nos cenários futuros, calculadas conforme as Equações 5 e 6.

$$DH_{calor}^{atual} = T_{op}^{atual} - T_{sup}^{atual}, \text{ para } T_{op}^{atual} > T_{sup}^{atual} \quad (5)$$

$$DH_{calor}^{fut} = T_{op}^{fut} - T_{sup}^{fut}, \text{ para } T_{op}^{fut} > T_{sup}^{fut} \quad (6)$$

Onde T_{op} é a temperatura operativa interna (°C) e T_{sup} é o limite superior de conforto adaptativo (°C), ambos dependentes do cenário climático considerado.

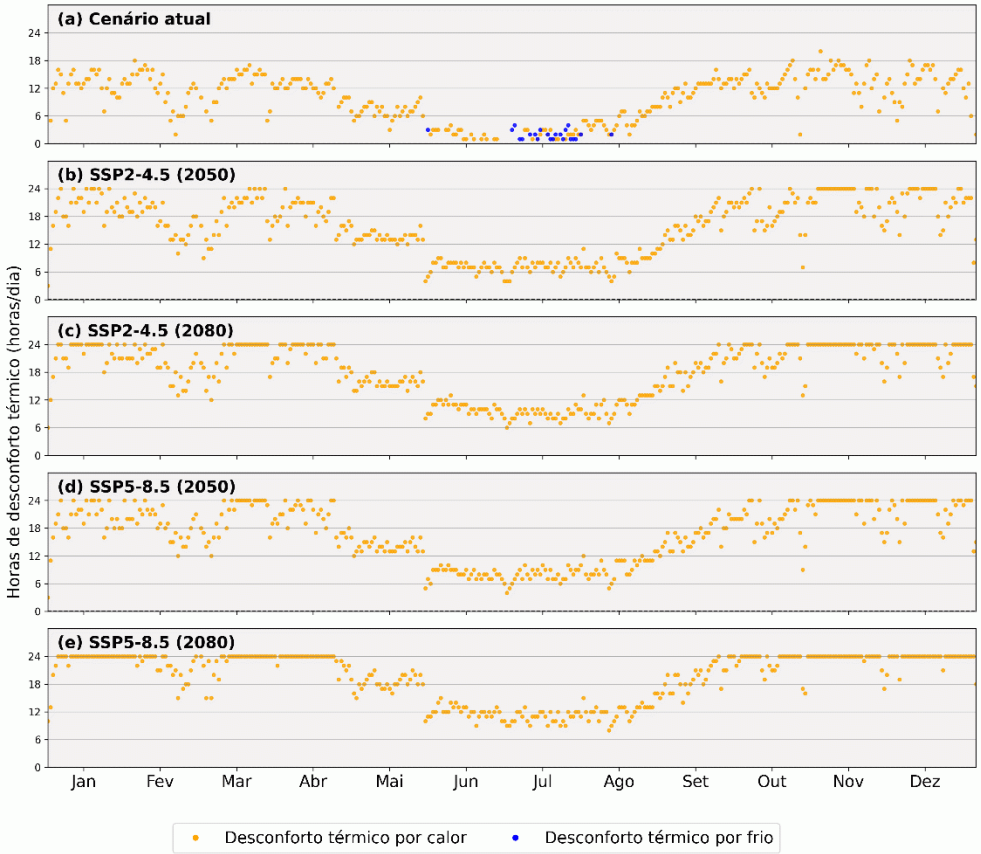
A análise da intensidade foi conduzida por meio da distribuição horária mensal desses incrementos, bem como pela sua classificação em faixas de intensidade (0–1°C, 1–2°C, 2–3°C e >3°C), possibilitando a avaliação da distribuição percentual das horas segundo diferentes níveis de severidade do desconforto térmico.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

HORAS DE DESCONFORTO TÉRMICO

A Figura 3 apresenta a distribuição do número de horas diárias de desconforto térmico ao longo do ano para os diferentes cenários climáticos, permitindo avaliar simultaneamente a magnitude do desconforto e sua variabilidade sazonal.

Figura 3: Número de horas diárias de desconforto térmico em cenários climáticos futuros, em comparação com o cenário atual.



Conforme apresentado na Tabela 3, o número de horas de desconforto térmico por calor aumenta substancialmente em todos os cenários futuros, com incrementos entre 68,2% e 108,4% em relação ao clima atual. Esses resultados evidenciam uma intensificação progressiva dos períodos de desconforto térmico ao longo do tempo, mais acentuada nos cenários de maiores emissões. Em contrapartida, o desconforto térmico por frio, já pouco expressivo no clima atual (43 h anuais), deixa de ocorrer em todos os cenários futuros.

Tabela 3: Horas anuais de desconforto térmico por calor e incremento em relação ao cenário atual.

Cenário	Horas de desconforto por calor	Aumento em relação ao atual (%)
Atual	3.416	-
SSP2-4.5 (2050)	5.747	68,2
SSP2-4.5 (2080)	6.593	93,0
SSP5-8.5 (2050)	6.109	78,8
SSP5-8.5 (2080)	7.120	108,4

Fonte: os autores.

Do ponto de vista sazonal, observa-se que os maiores aumentos no número de horas de desconforto ocorrem entre outubro e março, quando as condições climáticas já são naturalmente mais quentes. No entanto, destaca-se que o aumento de horas em desconforto por calor ocorre ao longo de todo o ano, incluindo meses atualmente menos críticos, como aqueles do período de inverno.

INTENSIFICAÇÃO DO DESCONFORTO TÉRMICO EXISTENTE

A Figura 4 apresenta o aumento da intensidade do desconforto térmico por calor (excedência da temperatura operativa) ao longo dos meses do ano, considerando exclusivamente as horas já classificadas como desconfortáveis no cenário atual. A Tabela 3 sintetiza os valores médios e máximos desse aumento da intensidade do desconforto térmico para cada cenário analisado.

Observa-se que, em todos os cenários futuros, as 3.416 horas anuais caracterizadas como desconfortáveis por calor no cenário atual sofrem intensificação, evidenciando que as mudanças climáticas não apenas ampliam a frequência do desconforto, mas também intensificam as condições já críticas. Os aumentos médios variam de 2,20°C no cenário SSP2-4.5 (2050) a 3,55°C no SSP5-8.5 (2080), enquanto os aumentos máximos chegam a 5,72°C.

Os maiores aumentos de intensidade ocorrem nos meses mais quentes, principalmente entre setembro e janeiro, período em que se observam medianas mais altas e maior dispersão dos dados. No entanto, em todos os meses do ano observam-se aumentos na intensidade do desconforto por calor. Destaca-se ainda que, nos cenários mais pessimistas, particularmente SSP5-8.5 (2080), os resultados indicam, além do aumento das medianas, maior frequência de valores extremos.

Figura 4: Distribuição horária mensal do aumento da intensidade do desconforto térmico por calor (°C) em cenários climáticos futuros, considerando exclusivamente as horas já classificadas como desconfortáveis no cenário atual.

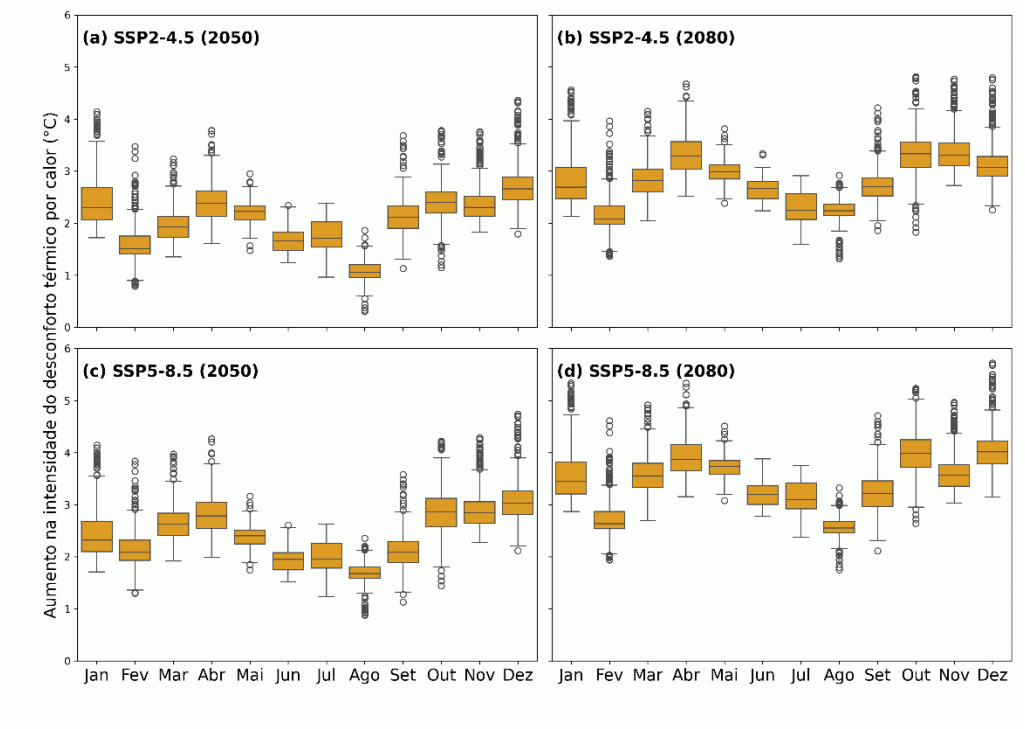


Tabela 3: Intensificação do desconforto térmico por calor, expressa como o aumento da intensidade do desconforto térmico por calor (excedência da temperatura operativa), considerando exclusivamente as horas já classificadas como desconfortáveis no cenário atual.

Cenário futuro	Aumento médio (°C)	Aumento máximo (°C)
SSP2-4.5 (2050)	2,20	4,36
SSP2-4.5 (2080)	2,94	4,82
SSP5-8.5 (2050)	2,56	4,74
SSP5-8.5 (2080)	3,55	5,72

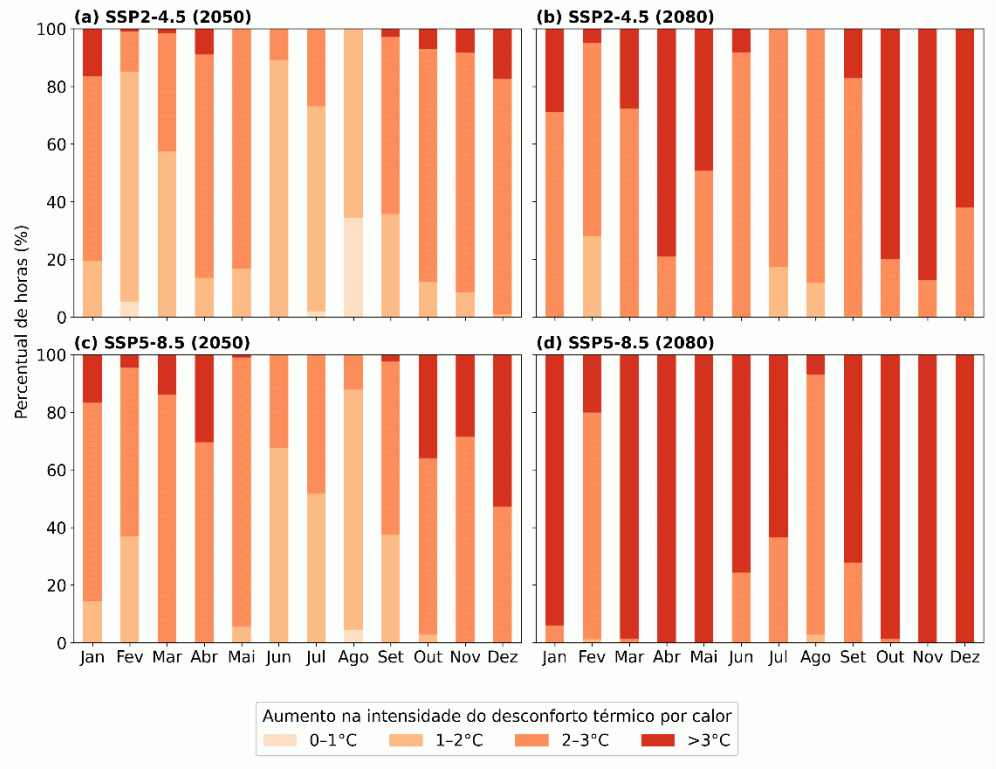
Fonte: os autores.

A classificação dos aumentos da intensidade do desconforto térmico (Figura 5) mostra um deslocamento progressivo das horas já desconfortáveis para faixas mais elevadas de intensidade térmica nos cenários futuros.

No cenário SSP2-4.5 (2050), há predominância de aumentos da intensidade do desconforto entre 1–2°C e 2–3°C ao longo do ano, com reduzido percentual de horas com valores superiores a 3°C. Em cenários mais pessimistas e horizontes de tempo mais distantes, verifica-se uma mudança significativa na distribuição, com aumento de horas classificadas em faixas de maior intensidade, acima de 2°C. No cenário SSP5-8.5 (2080), esse comportamento se torna ainda mais evidente, com percentual significativo de horas com aumentos superiores a 3°C.

Do ponto de vista sazonal, embora os maiores aumentos de temperatura ainda se concentrem nos meses mais quentes, observa-se que o aumento da intensidade do desconforto ocorre ao longo de todo o ano.

Figura 5: Distribuição mensal do aumento da intensidade do desconforto térmico por calor em cenários climáticos futuros, classificado em faixas de intensidade, considerando exclusivamente as horas já classificadas como desconfortáveis no cenário atual.



Os resultados obtidos alinham-se com estudos anteriores que analisam os impactos das mudanças climáticas no conforto térmico. Aguilar-Carrasco *et al*. [15] ao avaliarem um edifício escolar no sul da Espanha observaram que, embora a ventilação natural contribua para a melhoria do conforto térmico no verão, não é suficiente para mitigar completamente o aumento do sobreaquecimento em cenários futuros. Esse comportamento está de acordo com os achados deste estudo. De forma similar, Costanzo *et al*. [16] identificaram diferenças significativas no desempenho térmico entre cenários atuais e futuros em um edifício histórico na Dinamarca. Os autores demonstraram que a intensidade do desconforto térmico pode dobrar em cenários futuros de altas emissões, corroborando com os resultados deste estudo.

CONCLUSÃO

Este estudo investigou os impactos das mudanças climáticas no desempenho térmico de uma habitação unifamiliar naturalmente ventilada em Goiânia, considerando o clima atual e cenários futuros.

Os resultados indicam aumento significativo das horas de desconforto por calor em todos os cenários analisados, enquanto o desconforto por frio deixa de ocorrer. Além da ampliação da frequência, observou-se também a intensificação das condições já desconfortáveis, com aumentos médios superiores a 3°C na intensidade do desconforto térmico nos cenários mais severos e ocorrência mais frequente de situações extremas ao longo do ano. Tal condição compromete ainda mais a eficácia

das estratégias passivas recomendadas para Goiânia, especialmente a ventilação natural, sugerindo que, embora continuem importantes, sua aplicação isolada pode não ser suficiente para assegurar condições adequadas de conforto térmico em cenários futuros.

Ressalta-se ainda que a edificação foi simulada sem considerar obstruções do entorno. Dessa forma, os resultados podem subestimar o desconforto térmico em áreas urbanas mais adensadas, onde a redução da ventilação e a intensificação das ilhas de calor tendem a agravar as condições térmicas internas. Por fim, o estudo reforça a necessidade de investigar estratégias capazes de aumentar a resiliência térmica das edificações frente aos cenários climáticos futuros.

AGRADECIMENTOS

A primeira autora gostaria de agradecer ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pela bolsa de pós-doutorado júnior (152260/2025-0). O segundo autor gostaria de agradecer à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pela bolsa de doutorado sanduíche no exterior (PDSE), durante a qual o trabalho foi escrito. Este trabalho foi realizado parcialmente com apoio da CAPES – Código de Financiamento 001.

DECLARAÇÃO

Durante a preparação deste artigo, o primeiro autor utilizou o ChatGPT Go para o desenvolvimento de códigos em Python, os quais foram utilizados para a geração de figuras. Após a utilização da ferramenta, os autores revisaram e editaram o conteúdo conforme necessário e assumem total responsabilidade pelo conteúdo do artigo publicado.

REFERÊNCIAS

[1] VAZ, I. C. M.; SCOLARO, T. P.; GHISI, E. Understanding the environmental impact of residential electricity consumption in Brazil: integrating top-down and bottom-up approaches with Life Cycle Assessment. **Science of The Total Environment**, v. 986, p. 179774, 2025. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.179774.

[2] ESPINOSA, L. A.; PORTELA, M. M.; MATOS, J. P.; GHARBIA, S. Climate Change Trends in a European Coastal Metropolitan Area: Rainfall, Temperature, and Extreme Events (1864–2021). **Atmosphere**, v. 13, n. 12, p. 1995, 2022. https://doi.org/10.3390/atmos13121995.

[3] SENEVIRATNE, S. I. *et al*. **Weather and climate extreme events in a changing climate**. Climate change 2021: The physical science basis: Working group I contribution to the sixth assessment report of the intergovernmental panel on climate change, p. 1513-1766, 2021.

[4] IPCC, **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2021.

[5] KOLOKOTRONI, M.; ARONIS, A. Performance assessment of controlled natural ventilation for air quality control and passive cooling in existing and new office type buildings. **Energy and Buildings**, v. 172, n. 4, p. 265–278, 2018. https://doi.org/10.1016/s0306-2619(99)00031-8.

[6] LI, W.; CHEN, Q. Design-based natural ventilation cooling potential evaluation for buildings in China. **Journal of Building Engineering**, v. 41, n. 22, p. 102345, 2021. https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102345.

[7] SCOLARO, T. P.; VAZ, I. C. M.; GHISI, E. Assessing thermal comfort in naturally ventilated residential buildings under current and projected regional climates in Brazil. **Energy and Buildings**, p. 116566, 2025. https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2025.116566.

[8] LABEEE. **Reference Models for Brazilian Social Housing Post-2023**. Zenodo, 2024.

[9] WEBER, F. S.; MELO, A. P.; MARINOSKI, D. L.; GUTHS, S.; LAMBERTS, R**. Desenvolvimento de um modelo equivalente de avaliação de propriedades térmicas para a elaboração de uma biblioteca de componentes construtivos brasileiros para o uso no programa EnergyPlus**, Florianópolis, 2017.

[10] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15575-1**: Edificações habitacionais - Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais, Rio de Janeiro, 2021.

[11] ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. D. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2013. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507.

[12] VAZ, I. C. M.; GHISI, E.; THIVES, L. P.; VIEIRA, A. S.; RUPP, R. F.; DA ROSA, A. S.; FLORES, R. A.; BASTOS, M. B.; MARINOSKI, D. L.; SILVA, A. S.; WEEBER, M.; INVIDIATA, A. (2024). **Interpreting future climate conditions in Brazilian cities – Dashboard and EPW files [Data set]**. Zenodo. https://doi.org/https://doi.org/10.5281/zenodo.12571153.

[13] RODRIGUES, E.; FERNANDES, M. S.; CARVALHO, D. Future weather generator for building performance research: An open-source morphing tool and an application. **Building and Environment**, v. 233, p. 110104, 2023. https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110104.

[14] AMERICAN SOCIETY OF HEATING, REFRIGERATING AND AIR-CONDITIONING ENGINEERS. **Standard 55**: Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy, Atlanta, 2020.

[15] AGUILAR-CARRASCO, M.T.; CALAMA-GONZÁLEZ, C.M.; ESCANDÓN, R.; MAURO, G.M.; SUÁREZ, R. Thermal Comfort Assessment of Secondary School Building Stock in Southern Spain Using Parametric Numerical Models and Applying Different Climatic and Ventilation Scenarios. **Journal of Building Engineering**, v. 111, p. 113343, 2025. https://doi:10.1016/j.jobe.2025.113343.

[16] COSTANZO, V.; NOCERA, F.; EVOLA, G.; RYHL-SVENDSEN, M.; TOFTUM, J.; LONGHITANO, A. Resilience and Adaptability of Historical Buildings to Climate Change in a Scandinavian Context: Synthetic Indices for Assessing Summer Thermal Comfort. **Journal of Building Engineering**, v.122, p. 115770, 2026. https://doi:10.1016/j.jobe.2025.111927.