XXI ENTAC – Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
14 a 16 de outubro de 2026 | Goiânia-Brasil
DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8524

Conforto Térmico em Calçadas Arborizadas Adjacentes a Habitações de Interesse Social em Clima Tropical

Thermal Comfort in Tree-Lined Sidewalks Adjacent to Social Housing in Tropical Regions

Ivan Julio Apolonio Callejas
Universidade Federal de Mato Grosso | Cuiabá | Brasil |ivan.callejas@ufmt.br
Luciane Cleonice Durante
Universidade Federal de Mato Grosso | Cuiabá | Brasil |luciane.durante@ufmt.br
Gabriela Kehrwald Nunes
Universidade Federal de Mato Grosso | Cuiabá | Brasil | gabriela.kehrwald@outlook.com
Vitória Silva Piovan
Universidade Federal de Mato Grosso| Cidade | Brasil | vitoria.piovan@sou.ufmt.br

Resumo

O reflorestamento urbano é uma estratégia voltada para recuperar a vegetação, proteger o solo, regular o clima, restaurar o ciclo da água e favorecer a biodiversidade. Esta pesquisa objetiva investigar, através de simulações computacionais conduzidas no software ENVI-met, os benefícios proporcionados para o conforto térmico trazidos pela implantação de vegetação arbórea em calçadas urbanas. Trata-se de uma pesquisa aplicada, experimental e quantitativa, utilizando cenários hipotéticos por meio de simulações computacionais no software ENVI-met: um considerando calçadas sem arborização de acompanhamento viário e outros com implantação de diferentes portes (altura e diâmetro da copa) e espaçamentos (5mx5m e 8mx8m). Os maiores benefícios da arborização implantada no calçamento ocorreram às 14h, com redução de até 15 °C de índice PET. Observou-se elevação do estresse térmico durante a noite e de madrugada, em decorrência do "efeito guarda-chuva". Houve pouca diferença na redução térmica proporcionada pelos diferentes portes e os espaçamentos pesquisados. Reforça-se a importância da infraestrutura de vegetação de acompanhamento viário para reduzir o estresse térmico dos pedestres em clima tropical.

Palavras-chave: Conforto térmico. Arranjo arbóreo. Clima tropical.

Abstract

Urban reforestation is a strategy aimed at restoring vegetation, protecting soil, regulating climate, reestablishing the water cycle, and fostering biodiversity. This study investigates, through computational simulations conducted with the ENVI-met software, the thermal comfort benefits provided by the implementation of street trees along urban sidewalks. It is an applied, experimental, and quantitative research, based on hypothetical scenarios: one considering sidewalks without trees and others with different tree sizes (height and crown diameter) and spacings (5 m × 5 m and 8 m × 8 m). The greatest benefits of sidewalk afforestation were observed at 2 p.m., with reductions of up to 15 °C in PET index values. However, increased thermal stress was detected at night and early morning, due to the "umbrella effect." Differences in thermal reduction among tree sizes and spacings were minimal. The study highlights the importance of roadside vegetation infrastructure in reducing pedestrian thermal stress during daytime in tropical climates.

Keywords: Thermal comfort. Tree arrangement. Tropical climate.

CALLEJAS, I. J. A.; DURANTE, L. C.; NUNES, G. K.; PIOVAN, V. S. Conforto Térmico em Calçadas Arborizadas Adjacentes a Habitações de Interesse Social em Clima Tropical. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 21, 2026, Goiânia. **Anais**... Goiânia: ANTAC, 2026.

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8524

INTRODUÇÃO

As consequências das mudanças climáticas figuram entre os maiores desafios enfrentados por sociedades e líderes globais, especialmente nas áreas urbanas. As cidades, caracterizadas por altos níveis de impermeabilização e pela carência de espaços verdes, tornam-se extremamente suscetíveis a eventos como ondas de calor, enchentes e deterioração ambiental. No contexto brasileiro, o crescimento urbano acelerado tem provocado uma série de impactos negativos, resultado da ocupação desordenada e da modificação do ambiente natural sem planejamento adequado ou foco na sustentabilidade. Um dos efeitos mais evidentes dessas ações humanas é a transformação do clima nas zonas urbanas, intensificando ainda mais os problemas ambientais locais [1].

O avanço da urbanização e o aumento da densidade populacional provocam uma redução expressiva das áreas verdes, comprometendo processos físicos naturais como a evapotranspiração e a infiltração da água no solo. A escassez de cobertura vegetal intensifica o fenômeno das ilhas de calor nas cidades, agravando o desconforto térmico, elevando as temperaturas atmosféricas e gerando efeitos adversos sobre a saúde pública, o uso dos espaços urbanos e o consumo de energia [2]. Entre as estratégias de mitigação ambiental nas cidades, destaca-se o reflorestamento urbano, que consiste no plantio de árvores para recuperar a vegetação, proteger o solo, regular o clima, restaurar o ciclo hidrológico e favorecer a biodiversidade.

A vegetação urbana é amplamente reconhecida como um elemento essencial na regulação do microclima das cidades. Locais com maior cobertura vegetal tendem a apresentar temperaturas mais baixas, níveis mais elevados de umidade relativa do ar e condições superiores de conforto térmico [3]. Segundo Wassouf [4], além de atenuar a incidência direta da radiação solar, a vegetação contribui significativamente para a melhoria da qualidade do ar e para a construção de ambientes urbanos mais sustentáveis. Diversas pesquisas reforçam que a presença de áreas verdes é crucial para o controle das oscilações térmicas, especialmente em regiões de clima tropical, onde os efeitos das ilhas de calor têm-se mostrado mais intensos [5] [6].

Arborização de acompanhamento viário configura-se como uma estratégia para ampliar a presença de vegetação no meio urbano e tornar as áreas destinadas à circulação de pedestres mais aprazíveis e ambientalmente qualificadas, favorecendo, ainda, a interação social. No entanto, estudos apontam que quantidade de árvores por quilômetro de calçada é deficiente, especialmente em loteamentos voltados à habitação de interesse social (HIS) [7], apesar da sua eficácia em elevar a qualidade de vida nas áreas urbanas, proporcionando benefícios nos aspectos sociais, ecológicos e estéticos [8].

A implantação de arborização urbana, de modo geral, é conduzida com base em um Plano Diretor específico, que estabelece critérios técnicos para o plantio de árvores, como o espaçamento adequado, a seleção de espécies e o porte vegetal. Esse planejamento visa evitar conflitos entre a vegetação e a infraestrutura urbana,

garantindo a segurança dos pedestres, a acessibilidade nos espaços públicos e o funcionamento eficiente das redes de serviços [9]. No município de Cuiabá-MT, essas diretrizes estão formalizadas pelo Decreto nº 5.144, de 15 de fevereiro de 2012 [10], que regulamenta a arborização em áreas urbanas e distritos. Segundo o decreto, a arborização pública compreende a vegetação presente em vias e logradouros, com funções ornamentais, de regulação climática, entre outros aspectos. Além de normatizar o plantio em calçadas, o decreto determina que a inserção de árvores junto às edificações deve seguir as orientações do órgão municipal responsável, integrando-se ao projeto arquitetônico.

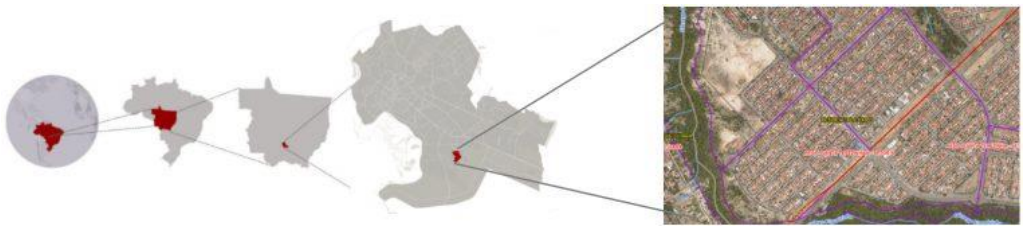
Com base nesse panorama, a presente pesquisa objetiva investigar, através de simulações computacionais conduzidas no software ENVI-met, os benefícios proporcionados para o conforto térmico trazidos pela implantação de vegetação arbórea em calçadas urbanas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Esta pesquisa caracteriza-se como aplicada, experimental e quantitativa, utilizando cenários hipotéticos por meio de simulações computacionais no software ENVI-met: um considerando calçadas arborizadas e outro sem vegetação, que permitem mensurar e comparar os benefícios ambientais decorrentes da presença de árvores no espaço urbano.

A pesquisa desenvolve-se na região Centro-Oeste do Brasil, na cidade de Cuiabá, capital do Estado de Mato Grosso (Figura 1). A cidade apresenta clima tropical de savana (Aw Köppen-Geiger), com a presença de estações quente-úmida e quente seca [11]. A capital tem temperaturas média, mínima e máxima anuais de 27,9°C, 23,0°C e 30,0°C, respectivamente [12].

Figura 1: Localização de Cuiabá e do bairro Santa Terezinha II



Nota: Bairro delimitado em roxo na figura. Fonte: Imagem Google Earth [2026]. Acesso em: 01 abril 2026. Lat. 15°39'40.63"S, Long. 56°02'01.63"O.

O estudo adotou como recorte territorial o loteamento Residencial Santa Terezinha II, área composta predominantemente por unidades habitacionais vinculadas ao Programa Federal Minha Casa Minha Vida. Observa-se na região contraste ambiental no que se refere ao grau de presença de arborização nas calçadas: a maior parte das residências não possui presença de árvores na frente dos lotes (Figura 2, à esquerda), embora em algumas unidades se observa a presença delas (Figura 2, à direita).

DOI: https://doi.org/10.46421/entac.v21i1.8524

Figura 2: Caracterização do objeto de estudo em relação à presença de arborização.



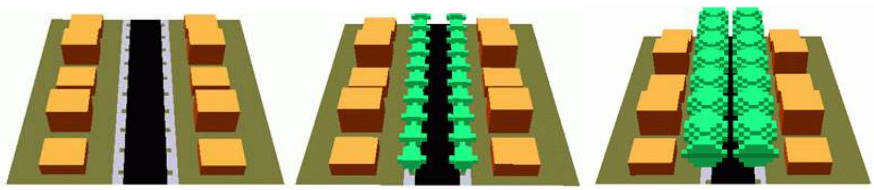
Fonte: Imagem Google Street View [2026]. Acesso em: 01 abril 2026. Lat. 15°39'51.10"S, Long. 56°02'03.12"O.

Instalou-se uma estação meteorológica OnsetComp Hobo U-30 nas proximidades da área de estudo, equipada com pirânometro (radiação solar, W/m²), termohigrômetro (temperatura, °C; umidade relativa, %) e anemômetro (velocidade do vento, m/s). Os dados foram coletados em julho de 2019, sendo selecionados os dias 11 e 12 por apresentarem condições sinópticas típicas do período (céu aberto, sem nebulosidade).

Para a modelagem do cenário atual da área de estudo (Figura 3, à esquerda) e posterior definição dos cenários hipotéticos com presença de vegetação na calçada (Figura 3, ao centro) e (Figura 3, à direita), foram identificadas a características do tecido urbano, bem como as tipologias dos elementos superficiais e dos sistemas das edificações. Na sequência, foram determinadas as propriedades termofísicas dos materiais utilizados nos revestimentos e nas construções. Ao final do processo, os elementos/ componentes da área foram organizados em quatro categorias principais: revestimentos (solo exposto, asfalto e concreto), elementos vegetativos (árvores) e componentes do sistema de cobertura e de vedação vertical.

As propriedades físicas e térmicas dos materiais utilizados nas vedações e coberturas foram obtidas com base na norma NBR 15.220 [13]. Para os demais componentes dentro da área estudada, adotaram-se os valores padrão disponíveis no banco de dados do software ENVI-met, utilizado para simular os cenários atual e hipotético. A fim de captar com precisão os efeitos microclimáticos no entorno das calçadas e edificações, foi empregada uma malha tridimensional com resolução unitária de 1x1x1 metro, totalizando uma grade de 50x50x25 nas direções x, y e z.

Figura 3: Composição do cenário 1 (à esquerda – sem arborização), 2 (ao centro–arborizado com árvores de 5 m de altura e 5 m de copa) e 3 (à direita – arborizado com árvores de 8 m de altura e 8 m de copa).



Fonte: Os autores.

No cenário original (Cenário 1), não há árvores nas calçadas. Já nos cenários hipotéticos (Cenários 2 e 3), foi considerada a implantação de arborização, seguindo o Decreto nº 5.144 de Cuiabá [10], que orienta o uso de árvores de pequeno e médio porte em calçadas de até 2 metros de largura. Para isso, foram definidas características dendrométricas e a densidade foliar das espécies. Os cenários foram modelados com dez e sete exemplares da espécie Licania tomentosa (Oiti), escolhida por sua adequação ao clima local, ampla utilização na região e fácil manutenção. A transpiração da vegetação é determinada pelo índice de área foliar de cada espécie e estimada pelo modelo de resistência foliar, no qual as trocas gasosas dependem da resistência estomática, da radiação solar, da temperatura e da umidade das folhas [14].

Tabela 1: Especificações da espécie arbórea (*Licania Tomentosa* - Oiti) consideradas nas simulações.

Parâmetros	Cenário 2	Cenário 3
Altura / Diâmetro da copa	5 m/ 5m	8 m/ 8m
Espaçamento entre a arborização	5 m	8 m
IAF (índice de área foliar)	6,3 m^2/m^2	6,3 m^2/m^2
DAF (Densidade de área foliar)	1,23 m^2/m^3	1,23 m^2/m^3

Fonte: Os autores.

Para a simulação dos cenários no programa Envi-met, utilizou-se as seguintes abas: "Configurações Gerais" e "Forçamento Simples". Na primeira, foram estabelecidas as configurações iniciais para o período de simulação e condições atmosféricas observadas no dia anterior à data desejada para a simulação (Tabela 2). Na aba “Forçamento simples”, inserem-se os dados meteorológicos de temperatura e umidade do ar registrados pela estação, utilizados pelo programa para calibrar a simulação e assegurar maior correspondência com as condições observadas em campo.

Tabela 2: Parâmetros de entrada para a simulação no software ENVI-met

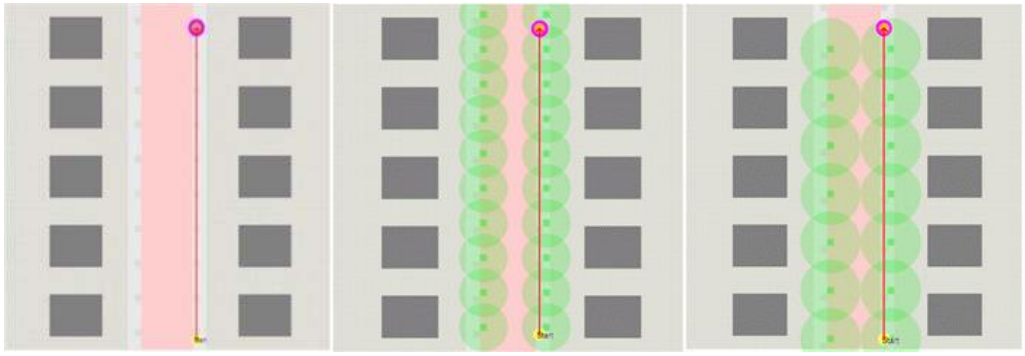
Parâmetros	Dados
Data de início da simulação	11/07/2019
Hora de início	20h00min0s
Duração total	27 horas
Intervalo de Registro	60 min
Velocidade do vento a 10m	0,90m/s
Direção do vento	255º
Rugosidade z0 no ponto de referência	0,010m
Temperatura inicial da atmosfera	26,22°C
Umidade relativa a 2m	45%

Fonte: Os autores.

Após a simulação do cenário estudado, foram utilizados três indicadores para avaliar a precisão do modelo: Erro Absoluto Médio (EAM), Raiz do Erro Quadrático Médio (REQM) e Índice de Concordância “d”. O EAM e o REQM medem a diferença entre os dados simulados e os reais, sendo que valores menores indicam maior precisão. Já o índice “d”, que varia de 0 a 1, avalia o grau de concordância entre os dados, indicando o quanto os resultados estão livres de erro [15]. Os parâmetros confirmam se o modelo representa adequadamente as condições ambientais da área analisada.

Após calibrar o modelo computacional do cenário existente, foram simulados cenários hipotéticos com arborização nas calçadas. Para avaliar os benefícios térmicos dessa estratégia, foi utilizado o índice PET (Temperatura Equivalente Fisiológica), calculado com base em variáveis ambientais como temperatura do ar, umidade, temperatura radiante média e velocidade do vento. equilíbrio energético do corpo humano (equação de balanço térmico). O PET é definido como a temperatura do ar em um ambiente interno padrão (sem radiação solar ou ventos) na qual o balanço de calor do corpo humano é mantido com a mesma temperatura interna (núcleo) e da pele que seria observada sob as condições externas complexas que estão sendo avaliadas [16]. A simulação considerou um pedestre médio segundo a norma ISO 8896 [17], vestido com traje de verão (0,5clo) e realizando caminhada leve (80W). O PET foi obtido pelo software Bio-MET, integrado ao ENVI-met, e analisado nos horários de 6h, 14h e 20h, conforme recomendações da Organização Meteorológica Mundial, adaptadas a hora local. Os níveis de estresse térmico foram classificados conforme escala local proposta por Callejas et al. [18]: 24,1–30,6 °C (conforto térmico), 30,6–37,1 °C (estresse moderado ao calor), 37,1–43,6 °C (estresse forte ao calor) e >43,6 °C (estresse muito forte ao calor).

Figura 4: Percurso nos cenários 1 (à esquerda) – sem arborização, 2 (ao centro) – arborizado (5 × 5 m) e 3 (à direita) – arborizado (8 × 8 m).

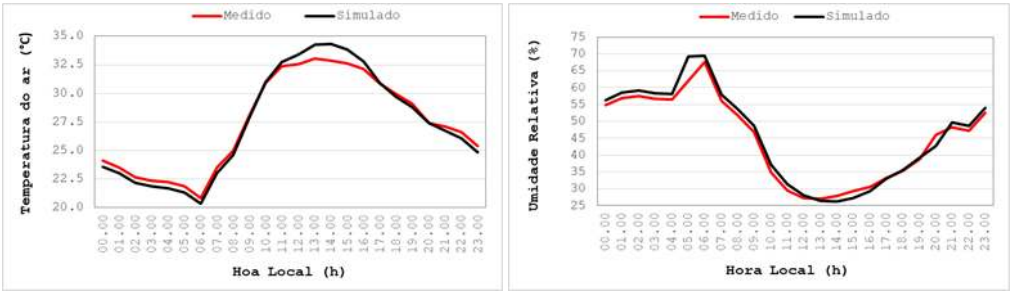


Fonte: Os autores.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

O modelo idealizado no ENVI-met é capaz de representar por meio de simulação a variação diária da temperatura e umidade do ar medidos em campo conforme pode ser observado na Figura 5. Apesar da similaridade, a curva da temperatura do ar simulada apresentou valores ligeiramente subestimados, comportamento também observado por Forouzandeh [19], que atribuiu em parte às diferenças devido à incidência de radiação solar nos abrigos que alojam os instrumentos de medição. De forma oposta, a curva da umidade relativa do ar simulada apresentou valores superestimados. As diferenças médias entre os dados de temperatura e umidade do ar são de 0,09°C e 1,19%, respectivamente.

Figura 5: Curso da temperatura (à esquerda) e umidade relativa do ar (direita) medida (em vermelho) e simulada (em preto).



Fonte: Os autores.

A análise estatística entre os dados medidos em campo e os simulados revela baixos valores para os índices EAM e REQM e elevado índice de concordância (Tabela 3). Assim, as simulações apresentam precisão aceitável para área pesquisada, conforme estudos similares sobre o tema [17]. Portanto, o modelo idealizado no ENVI-met é capaz de reproduzir com confiança os dados microclimáticos na região da pesquisa, possibilitando simulações a partir de cenários hipotéticos.

Tabela 3: Indicadores de desempenho de calibração.

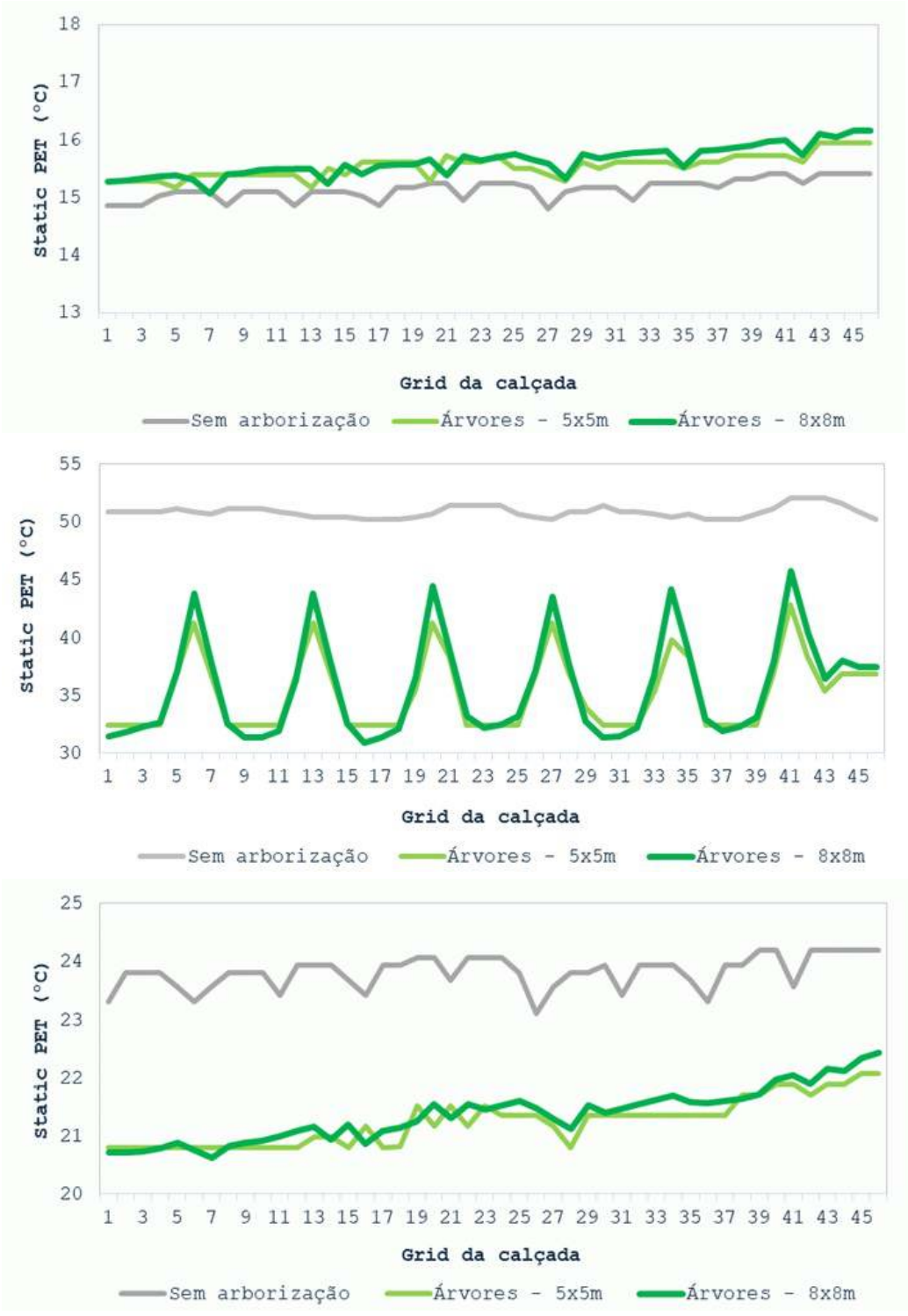
Variáveis	EAM	REQM	d
Ta (ºC)	1,02	0,71	0,99
UR (%)	0,97	3,00	0,99

Fonte: Os autores.

Em relação ao PET (°C) ao longo do percurso de caminhada idealizada para o pedestre no programa Envi-met, nota-se que a presença da arborização com diferentes portes e espaçamentos interfere de maneira diferenciada no conforto térmico percebido nos horários analisados (6h, 14h e 20h), apresentados em diferentes escalas na Figura 6.

No horário das 6h, apesar da diferença entre os cenários ser mais sutil, observa-se tendência de valores mais elevados de PET nos cenários com arborização (Figura 6, acima). Essa elevação de até 0,5°C está associada à retenção da radiação de onda longa sob as copas das árvores, chamado de efeito “guarda-chuva”, que reduz a perda de calor para a atmosfera durante a noite. Como consequência, ocorre elevação da temperatura média radiante (T_{mrt}), o que impacta diretamente no índice PET, que considera o balanço de trocas térmicas do corpo humano com o ambiente. Como consequência, observa-se um ambiente térmico mais quente sob a copa das árvores nos dois cenários se comparado ao cenário sem arborização, com maior intensidade no Cenário 3 do que no 2, onde a PET permanece ligeiramente mais quente. Devido a época em que a simulação foi conduzida, nota-se nesse horário desconforto térmico em ambas as condições de calçamento por frio, conforme escala local do índice PET adaptada para a região [18].

Figura 6: Índice PET (°C) ao longo do percurso de caminhada às 06h (acima), 14h (ao centro) e 20h (abaixo) .



Fonte: Os autores.

No horário das 14h, o comportamento descrito anteriormente se inverte. Observa-se que a arborização reduz consideravelmente os valores de PET ao longo de praticamente todo o percurso simulado (Figura 6, ao centro). As reduções chegam a superar em média 15°C nas duas condições de arborização, o que evidencia o forte efeito do sombreamento proporcionado pelas copas das árvores durante o período de maior incidência solar. À medida que o pedestre se desloca entre copas e deixa a

área de influência do sombreamento, o estresse térmico aumenta pela maior incidência da radiação solar. Assim, o arranjo espacial das copas sobre a calçada torna-se essencial para mitigar esse efeito.

Nota-se que a arborização de maior porte implantada no cenário 3 induz a maiores reduções sob a copa das árvores, porém nas regiões de transição entre copas, a arborização de menor porte do cenário 2 é mais eficiente em reduzir a sensação térmica dos pedestres. A redução da carga térmica radiante induzida pelo bloqueio da radiação solar devido a presença das copas contribui de maneira decisiva para a mitigação do desconforto térmico em regiões tropicais. É importante destacar que no cenário sem vegetação a temperatura PET se mantém praticamente constante, ultrapassando 50°C, o que representa um nível muito forte de estresse térmico ao calor na escala local do índice PET adaptada para a região. Por sua vez, no cenário com a presença da arborização, a temperatura PET se reduz para 32,4°C e 41,3°C, respectivamente nas zonas situadas sob as copas e de transição entre as copas, o que equivale redução para níveis de moderado estresse ao calor, o que demonstra a importância dos espécimes arbóreos para mitigação do calor.

Às 20h, ainda nota-se a capacidade da arborização de proporcionar ambientes térmicos mais amenos que comparado ao cenário sem arborização, seguindo o padrão do período vespertino. O cenário sem arborização mantém valores de PET mais elevados, com diferenças médias de aproximadamente 2,5°C em relação aos dois cenários com áreas arborizadas (Figura 6, abaixo). Porém, nota-se que o cenário 3 o índice PET é ligeiramente superior ao observado no Cenário 2. Este comportamento demonstra que os benefícios térmicos proporcionados pela vegetação não se limitam ao período diurno, estendendo-se até as primeiras horas da noite. Nesse horário, as calçadas permanecem sob a condição de um pouco de frio (<24,1°C), conforme escala local calibrada [18].

Evidencia-se que a arborização tem papel central na modulação do conforto térmico ao longo do percurso do calçamento, com efeito benéfico expressivo durante o período diurno, horários em que há maior carga térmica. Por sua vez, há leve impacto negativo no período noturno e de madrugada devido ao efeito guarda-chuva proporcionado pelas copas das árvores que reduzem a perda radiativa para o céu, o que reforça a importância do planejamento criterioso da vegetação urbana, especialmente no que se refere ao formato e densidade de copas.

CONCLUSÃO

A pesquisa confirma que a vegetação urbana é essencial para reduzir o estresse térmico em regiões de clima tropical. Para as condições sinópticas pesquisadas, a presença das árvores reduziu de forma expressiva a sensação térmica, com diminuição de até 10 °C nos horários mais quentes (principalmente às 14h), resultado direto do sombreamento proporcionado pelas copas das árvores. Embora o arranjo com árvores de maior porte e espaçamento mais amplo (8 x 8 m) tenha apresentado uma ligeira vantagem em relação ao arranjo de menor porte e espaçamento reduzido (5 x 5 m), ambos demonstraram contribuição significativa para a redução da

sensação térmica. Por outro lado, observou-se aumento da temperatura média radiante (T_{mrt}) à noite, causado pelo "efeito guarda-chuva", o que reforça a importância de um planejamento cuidadoso da arborização, considerando densidade das copas, horários de uso dos espaços e ventilação local.

Para trabalhos futuros, recomenda-se analisar outras espécies arbóreas com diferentes densidades foliares, bem como outras variações no arranjo espacial, conforme orientações do Decreto nº 5.144 de Cuiabá [10]. Também é importante analisar como o arranjo dos espécimes na calçada influencia as variáveis de umidade e velocidade do ar, uma vez que estes parâmetros são responsáveis por impactar a sensação térmica dos pedestres.

Conclui-se que a vegetação deve ser tratada como infraestrutura urbana estratégica, por sua relevância ecológica, paisagística e, principalmente, por seu papel na adaptação climática das cidades tropicais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

DECLARAÇÃO

Os autores declaram que não utilizaram IA generativa nem tecnologias assistidas por IA no processo de preparação do manuscrito.

REFERÊNCIAS

[1] NASCIMENTO, D.T.F.; OLIVEIRA, I.J. de. Análise da evolução do fenômeno de ilhas de calor no município de Goiânia/GO (1986-2010). **Boletim goiano de geografia**, v. 31, n. 2, p. 113-127, 2011.

[2] SOUZA, D. M.; NERY, J. T. Análise da temperatura, da umidade e do conforto térmico no município de Ourinhos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE CLIMATOLOGIA GEOGRÁFICA, 9., 2010, Fortaleza/CE. **Anais [...]**. [s.i.]/Ourinhos (CE): Universidade Estadual Paulista, 2010.

[3] KARDAN, O.; GOZDYRA, P.; MISIC, B.; MOOLA, F.; PALMER, L. J.; PAUS, T.; BERMAN, M. G. Neighborhood greenspace and health in a large urban center**. Scientific reports**, v. 5, n. 1, p. 11610, 2015.

[4] WASSOUF, M. **Da casa Passiva à norma PASSIVHAUS: A arquitetura passiva em climas quentes**. Tradução: Carla Zollinger. Barcelona: Editorial Gustavo Gili, 2014. 708p.

[5] CALLEJAS, I. J. A. et al. Estudo do sombreamento arbóreo, atenuação da radiação solar e microclima dos pátios escolares: elementos para se pensar a sustentabilidade urbana. In: IV ENCONTRO LATINO-AMERICANO SOBRE EDIFICAÇÕES E COMUNIDADES SUSTENTÁVEIS, 4., 2011, Vitória. **Anais [...]**. Vitória: [s.n.], 2011.

[6] PINHEIRO, C. B.; SOUZA, D. D. A importância da arborização nas cidades e sua influência no microclima. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 67-82, 2017.

[7] GALLO, D. L. L., & LOGSDON, L. Arborização de acompanhamento viário em conjuntos habitacionais de Cuiabá-MT. **E&S Engineering and Science**, v.6, n.1, p.38-50, 2017.

[8] SILVA, B. A.; XAVIER, T. C.; ALVAREZ, C. E. De. A influência da vegetação no conforto térmico para a condição microclimática de vitória (ES). **Cidades Verdes**, v. 3, n. 8, p. 15, 2015.

[9] MONCHISKI, A. S.; GROSS, J. M.; GOTTARDO, E.; BERCELLOS, A. B. B. de; SIMON, G. **Projetos de Arborização Urbana.** Porto Alegre: RGE – Rio Grande Energia. 2010.

[10] PREFEITURA DE CUIABÁ. **Decreto nº 5.144, de 12 de fevereiro de 2012.** Dispõe sobre a arborização pública na área urbana do município de Cuiabá-MT. Diário Oficial do Município, Cuiabá, MT, 12 fev. 2012.

[11] NIMER, E. **Climatologia do Brasil.** 2 ed. IBGE: Rio de Janeiro, 1989.

[12] CALLEJAS, I. J. A., BIUDES, M. S., MACHADO, N. G., DURANTE, L. C., DE ALMEIDA LOBO, F. Patterns of energy exchange for tropical urban and rural ecosystems located in Brazil central. **Journal of Urban & Environmental Engineering**, v. 13, n.1, 2019.

[13] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 15220-2**: Desempenho Térmico de Edificações - Métodos de cálculo da transmitância térmica, da capacidade térmica, do atraso térmico e do fator solar de elementos e componentes de edificações. Rio de Janeiro, Brasil, p. 1-10, 2005.

[14] Bruse, M.; Höppe, P. Simulating surface–plant–air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. **Environmental Modelling & Software**, v.13, n.3–4, 373–384, 1998.

[15] WILLMOTT, C. J. Some comments on the evaluation of model performance. Bulletin of the **American Meteorological Society**, v.63, n.11, p.1309-1313, 1982.

[16] Matzarakis, A., Mayer, H. & Iziomon, M. Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. **Int J Biometeorol**, v. 43, p.76–84, 1999.

[17] INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. **ISO 8896:** Ergonomics of the thermal environments: determination of thermal metabolic rate. Genebra, 2004.

[18] CALLEJAS, I. J. A; DURANTE, L. C.; DIZ-MELLADO, E.; GALÁN-MARÍN, C. Thermal Sensation in Courtyards: Potentialities as a Passive Strategy in Tropical Climates. **Sustainability**, v.12, n.15, p.6135, 2020. https://doi.org/10.3390/su12156135

[19] FOROUZANDEH, A. Numerical modeling validation for the microclimate thermal condition of semi-closed courtyard spaces between buildings**. Sustain. Cities Soc**., v. 36, p. 327–345, 2018.

[20] CALLEJAS, I. J. A., SANTOS, F. A. S., SILVA, D. T., DURANTE, L. C., ROSSETI, K. A. C. Espécimes arbóreos em pátio interno: benefícios termohigrométricos para a edificação. **In:** ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, v. 19, p. 1-13, 2022.